

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“DETERMINACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ARROZ CÁSCARA, EN
COSECHA MANUAL VS COSECHA MECANIZADA EN EL FUNDO
PAREDONES, VALLE DEL BAJO PIURA”**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÍCOLA**

PRESENTADA POR:

Br. SERGIO ENRIQUE RAMOS CALLE

PIURA – PERÚ

2018




UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA


**“DETERMINACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ARROZ CÁSCARA, EN COSECHA
MANUAL VS COSECHA MECANIZADA EN EL FUNDO PAREDONES, VALLE
DEL BAJO PIURA”**

TESIS


PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÍCOLA



DR. FERNANDO NOÉ CISNEROS
ASESOR



ING. OSCAR ALEJANDRO CARRERA CHUMACERO
Co ASESOR



BR. SERGIO ENRIQUE RAMOS CALLE
TESISTA

Piura 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**“DETERMINACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ARROZ CÁSCARA, EN COSECHA
MANUAL VS COSECHA MECANIZADA EN EL FUNDO PAREDONES, VALLE
DEL BAJO PIURA”**

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÍCOLA

APROBADA POR:

ING. CESAR A. PUICÓN AÑAZCO MSc.
Presidente

ING. GILMER CAMACHO LÁZARO MSc.
Vocal

ING. PEDRO M. REYES MORE MSc.
Secretario

Piura 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
COMISION DE INVESTIGACION AGRICOLA



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS 070-2017-CIAFA-UNP

Los miembros del jurado calificador que suscriben, congregados para estudiar el Trabajo de Tesis denominado "DETERMINACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ARROZ CÁSCARA, EN COSECHA MANUAL VS COSECHA MECANIZADA EN EL FUNDO PAREDONES VALLE DEL BAJO PIURA", conducido por el BR. SERGIO ENRIQUE RAMOS CALLE, asesorado por el Dr. Fernando Née Cisneros y Co - asesorado por el Ing. Oscar Carrera Chumacero.

Luego de oídas las observaciones y respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran APROBADO....., en consecuencia queda en condiciones de ser calificado APTO para gestionar ante el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura, el Título Profesional de Ingeniero Agrícola de conformidad con lo estipulado en el artículo N° 171, inciso 2° del Estatuto General de la Universidad Nacional de Piura.

Piura, 29 de diciembre del 2017.

Ing. Cesar A. Puicón Añazco MSc.
Presidente

Ing. Gliner Camacho Lázaro MSc.
Vocal

Ing. Pedro M. Reyes More MSc.
Secretario

DEDICATORIA

A Dios, por su bendición y gran bondad.

A papá Yayo, por cuidar mis pasos desde el cielo,
asimismo a mi madre Janis, por su apoyo, paciencia
y sacrificio.

A Fernando, mi hermano, por su compañía en los
momentos difíciles que nos tocó vivir.

A tío Pepe, por ser como un papá guía, orientador y
buen amigo.

A Lilian, mi compañera, por su apoyo y sostén en
todo momento.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios por brindarme su amor y bendición todos los días.

A mi madre Janis y a mi padre Gerardo en el cielo, por su gran misión en mi formación moral basada en buenos valores y buenas costumbres. A tío Pepe, por su gran apoyo en todo momento.

A mi *Alma Máter*, la Universidad Nacional de Piura, a la Facultad de Agronomía y a la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, por haberme brindado todos los conocimientos que harán de mí un buen profesional.

Al ingeniero Oscar Carrera Chumacero, co asesor de esta tesis, por su gran aporte, orientación y sus enseñanzas durante todo el periodo de trabajo; asimismo por su gran paciencia y entrega en pro de mi formación académica.

Al Dr. Fernando Noe Cisneros, por su empuje para iniciar dicho proyecto, sus aportes, material informativo y buena disposición en todo momento.

Al ingeniero Luis Moreno Inoñan, por brindarme el apoyo y el soporte necesario para realizar el presente trabajo en el campo.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se realizó en el valle del Bajo Piura, en el centro poblado Paredones, durante los meses de noviembre de 2016 a febrero de 2017, cuyos resultados se vieron afectados enormemente debido a factores climáticos como la falta de disponibilidad de agua para el riego oportuno del cultivo, provocando un estrés hídrico, conllevando a la reducción del rendimiento de manera significativa. Dicho trabajo tuvo como objetivos la evaluación de las pérdidas de arroz en campo mediante cosecha manual y mecanizada, los mismos que son expresados en kg/ha y en porcentaje por cada operación, en función al rendimiento y al grano perdido. El trabajo muestra los costos operacionales y el tiempo operativo empleado para cada tipo de cosecha. Asimismo, se determinó en qué fase u operación de la cosecha se produce la mayor pérdida de arroz cáscara.

Para ello se estudió solo un factor: Métodos de cosecha, cuyos tratamientos fueron de cosecha manual y mecanizada, empleándose un diseño estadístico completo al azar, llegando a conclusión que la cosecha mecanizada es la mejor alternativa para la cosecha de arroz, obteniéndose un rendimiento de 6,485.773 kg/ha; a comparación de la cosecha manual, el cual fue de 2,485.42 kg/ha.

Desde el punto de vista económico, la cosecha mecanizada fue la más rentable, en la cual se gastó S/.400.00/ha cosechada, en cambio, para la cosecha manual, tuvo un costo de S/.745.63 cosechando la misma área; resultando una diferencia de S/.345.63; siendo así, el costo de la cosecha manual un 86.4 % mayor que la cosecha mecanizada.

Finalmente, las operaciones en donde se produjo la mayor pérdida de granos, tanto para la cosecha manual como la mecanizada fueron en la “siega” y “cola” respectivamente.

Palabras clave: Cosecha manual y mecanizada, pérdida, fases de la cosecha, arroz, grano.

ABSTRACT

The present investigation study has been done in the Bajo Piura valley, in Paredones village, during the months of November 2016 to February 2017, whose results were enormously affected by climatic factors such as the lack of availability of water for the timely irrigation of the crop, this lack of water caused a water stress, leading to the yield's reduction in general. This study had as objectives the evaluation of rice losses in the field by manual and mechanized harvesting, the same ones that are expressed in kg/ha and in percentage for each operation, depending on the yield and the lost grain. The work shows the operational costs and the operating time used for each type of harvest. Likewise, it was determined in which phase or operation of the harvest the greatest loss of paddy rice occurs.

For this purpose, only one factor was studied: Harvest methods, whose treatments were manual and mechanized harvest, using a complete statistical design at random, having as a conclusion the mechanized harvest is the best alternative for the rice harvest, obtaining a yield of 6,485,773 kg/ha; compared to the manual harvest, which was 2,485.42 kg/ha.

From the economic point of view, the mechanized harvest was the most profitable, in which S /.400.00 /ha harvested, instead, for the manual harvest, had a cost of S /.745.63 harvesting the same area; resulting in a difference of S /.345.63; being thus, the cost of the manual harvest is 86.4% greater than the mechanized harvest.

Finally, the operations where the greatest grain loss occurred, both for the manual harvest and the mechanized harvest were in the "mowing" and "tail" respectively.

Key words: Harvesting manual and mechanized, loss, harvest phases, rice, grain.

ÍNDICE

| | |
|--------------------------|----------|
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
|--------------------------|----------|

CAPÍTULO I

ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA

| | |
|--|---|
| 1.1. Descripción de la realidad problemática | 3 |
| 1.2. Justificación e importancia de la investigación | 3 |
| 1.3. Objetivos | 3 |
| 1.3.1. Objetivo general..... | 3 |
| 1.3.2. Objetivos específicos..... | 3 |
| 1.4. Delimitación de la investigación | 4 |

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

| | |
|--|----|
| 2.1 Antecedentes de la investigación | 5 |
| 2.2 Bases teóricas | 8 |
| 2.3 Glosario de términos básicos | 15 |
| 2.4 Hipótesis..... | 15 |
| 2.4.1. Hipótesis general..... | 15 |
| 2.4.2. Hipótesis específicas | 15 |

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

| | |
|---------------------------------------|----|
| 3.1. Enfoque y diseño | 16 |
| 3.2. Sujetos de la investigación..... | 16 |
| 3.3. Métodos y procedimientos..... | 17 |
| 3.3.1. Cosecha manual | 18 |
| 3.3.2. Cosecha Mecanizada | 20 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos | 21 |

| | | |
|--------|-----------------------------------|----|
| 3.4.1. | Instrumentos en campo | 22 |
| 3.4.2. | Instrumentos en laboratorio | 22 |
| 3.4.3. | Conducción del cultivo | 22 |

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

| | | |
|--------|--|----|
| 4.1. | Resultados | 26 |
| 4.1.1. | Rendimiento de arroz cáscara (tm/ha) | 26 |
| 4.1.2. | Pérdida de arroz cáscara (kg/ha) en pre cosecha..... | 28 |
| 4.1.3. | Pérdidas de arroz cáscara (kg/ha) en cosecha..... | 30 |
| 4.1.4. | Pérdidas de arroz cáscara (kg/ha) totales | 32 |
| 4.1.5. | Porcentajes de pérdidas de arroz cáscara en la cosecha manual | 35 |
| 4.1.6. | Porcentajes de pérdidas de arroz cáscara en la cosecha mecanizada | 37 |
| 4.1.7. | Costos operativos | 39 |
| 4.1.8. | Tiempo Empleado | 40 |
| 4.2. | Discusión..... | 42 |
| | CONCLUSIONES | 44 |
| | RECOMENDACIONES | 45 |
| | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 46 |
| | ANEXOS | 48 |
| | Anexo 1. Porcentaje de humedad en la cosecha manual..... | 49 |
| | Anexo 2. Pérdidas de arroz cáscara en pre cosecha y siega, en cosecha manual, utilizando el aro de 0.25 m ² | 49 |
| | Anexo 3. Pérdidas de arroz cáscara en cosecha manual, separadas por las 4 operaciones evaluadas, ajustado a ambos factores. | 50 |
| | Anexo 4. Pérdidas totales de arroz cáscara en la cosecha manual. | 50 |
| | Anexo 5. Rendimiento neto de arroz cáscara, valores ajustados al factor de 14 % de humedad. | 50 |
| | Anexo 6. Promedio del rendimiento neto cosechado de arroz cáscara en cosecha manual, ajustado al factor de contorno..... | 51 |
| | Anexo 7. Rendimiento bruto (total de pérdidas más cosechado neto) de arroz cáscara en cosecha manual. | 51 |
| | Anexo 8. Porcentaje de humedad en la cosecha mecanizada. | 52 |

| | |
|---|----|
| Anexo 9. Pérdidas de arroz cáscara en pre cosecha y barra de corte, en cosecha mecanizada, utilizando el aro de 0.25 m ² | 52 |
| Anexo 10. Pérdidas de arroz cáscara en cosecha mecanizada, separadas por las 4 operaciones evaluadas, ajustado a ambos factores. | 53 |
| Anexo 11. Pérdidas totales de arroz cáscara en la cosecha mecanizada. | 53 |
| Anexo 12. Rendimiento neto de arroz cáscara, valores ajustados al factor de 14 % de humedad. | 54 |
| Anexo 13. Promedio del rendimiento neto cosechado de arroz cáscara en cosecha mecanizada, ajustado al factor de contorno..... | 54 |
| Anexo 14. Rendimiento bruto (total de pérdidas más cosechado neto) de arroz cáscara en cosecha mecanizada..... | 55 |
| Anexo 15. Guía para determinar rápidamente posibles ganancias reduciendo las pérdidas | 55 |
| Anexo 16. Costo de producción por hectárea | 56 |
| Anexo 17. Delimitación del terreno..... | 58 |
| Anexo 18. Operario realizando la “siega” | 58 |
| Anexo 19. Uso del aro y embudo para delimitación del área..... | 58 |
| Anexo 20. Colocación de gavillas sobre mantas para secado | 59 |
| Anexo 21. Evaluación de pérdidas en “cola” empleando bolsa de tocuyo. | 59 |
| Anexo 22. Descarga de tolva para el llenado de sacos | 59 |
| Anexo 23. Sacos rotulados..... | 60 |
| Anexo 24. Acción de Azote sobre mantas..... | 60 |
| Anexo 25. Pesado de sacos rotulados | 61 |
| Anexo 26. Plano de ubicación | 61 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 3. 1. Esquema del ANVA | 16 |
| Tabla 3. 2. Factores en estudio | 16 |
| Tabla 3. 3. Cronograma de labores del cultivo (campana chica 2016) | 25 |
| Tabla 4. 1. Comparativo de rendimiento de arroz cáscara para ambos métodos de cosecha | 26 |
| Tabla 4. 2. Análisis de varianza del rendimiento de arroz cáscara (tm/ha) | 26 |
| Tabla 4. 3. Prueba de Test de “t” para efecto de la modalidad de cosecha sobre el rendimiento de arroz cáscara (tm/ha) | 27 |
| Tabla 4. 4. Comparativo de pérdidas solo en pre cosecha para ambos métodos de cosecha | 28 |
| Tabla 4. 5. Análisis de varianza de las pérdidas de arroz cáscara (kg/ha) en pre cosecha | 28 |
| Tabla 4. 6. Prueba de Test de “t” para efecto de la modalidad de cosecha sobre la pérdida de arroz cáscara (kg/ha) en pre cosecha | 29 |
| Tabla 4. 7. Comparativo de pérdidas solo en cosecha para ambos métodos de cosecha | 30 |
| Tabla 4. 8. Análisis de varianza de las pérdidas de arroz cáscara (kg/ha) en cosecha | 30 |
| Tabla 4. 9. Prueba de Test de “t” para efecto de la modalidad de cosecha sobre la pérdida de arroz cáscara (kg/ha) en cosecha | 31 |
| Tabla 4. 10. Pérdidas totales mostradas por parcelas para ambos métodos de cosecha | 32 |
| Tabla 4. 11. Análisis de varianza de las pérdidas de arroz cáscara (kg/ha) totales | 33 |
| Tabla 4. 12. Prueba de Test de “t” para efecto de la modalidad de cosecha sobre la pérdida de arroz cáscara (kg/ha) totales | 33 |
| Tabla 4. 13. Porcentaje de pérdidas de arroz cáscara en la cosecha manual | 35 |
| Tabla 4. 14. Porcentaje de pérdidas de arroz cáscara en la cosecha mecanizada | 37 |
| Tabla 4. 15. Medición del tiempo y espacio recorrido (40 m) | 41 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 4. 1. Rendimiento de arroz cáscara (tm/ha) | 27 |
| Gráfico 4. 2. Pérdidas de arroz cáscara (kg/ha) en pre cosecha | 29 |
| Gráfico 4. 3. Pérdidas de arroz cáscara (kg/ha) en cosecha | 31 |
| Gráfico 4. 4. Pérdidas de arroz cáscara (kg/ha) totales | 34 |
| Gráfico 4. 5. Porcentajes de pérdida de arroz cáscara respecto al rendimiento neto | 36 |
| Gráfico 4. 6. Porcentajes de pérdida de arroz cáscara respecto a la pérdida total | 36 |
| Gráfico 4. 7. Porcentajes de pérdida de arroz cáscara respecto al rendimiento neto | 38 |
| Gráfico 4. 8. Porcentajes de pérdida de arroz cáscara respecto a la pérdida total | 38 |

INTRODUCCIÓN

El hombre, con el paso de los años ha ido en busca de mejorar los sistemas de operación y producción agrícola. Entre estas mejoras se encuentran una gran variedad de implementos y maquinarias, las cuales han ido obteniendo mejores rendimientos de producción, reduciendo los tiempos y costos operativos, incremento o expansión de la frontera agrícola y sobre todo han logrado simplificar y reducir el esfuerzo físico.

En los últimos años se ha experimentado una importante evolución en el mundo de la mecanización agrícola, y con ello un avance en la innovación y uso de cosechadoras combinadas, ajustándose adecuadamente cada vez más al trabajo de recolección de granos y cultivos en general; pues su importancia en la recolección de arroz es muy importante, como ya se había mencionado, y su demanda será mayor conforme pasen los años

Se estima que para el año 2025, el mundo requerirá 750 millones de toneladas de arroz adicionales para cubrir la demanda poblacional (Degiovanni et al, 2010); es por ello que se requiere de la innovación y aplicación de nuevas tecnologías en el sector para la optimización en el rendimiento.

El arroz es el cultivo alimenticio más importante del mundo ya que es la fuente primaria de alimento para más de la mitad de la población del mundo, esto gracias al aporte calórico en la dieta humana. Según la FAO, más del 90 % del arroz del mundo se produce y consume en Asia donde vive el 60 % de la población mundial.

El arroz en nuestro país es uno de los cultivos más importantes, debido a su peso relativo en el valor bruto de producción agrícola (9.4%) y uso de superficie de 18.3% el cultivo de mayor intensidad de empleo en el sector rural y dinamizador de economías locales. Es un cultivo conducido mayormente por pequeños y medianos productores de las regiones de Costa norte y parte de la Costa Sur y también de Selva Alta y Baja (Vásquez, 2010).

En el año 2016 la superficie cosechada de arroz cáscara en el Perú ascendió a 419,563 has, lo cual permitió alcanzar una producción de 3,17 millones de toneladas, siendo este volumen mayor en 15,000 toneladas frente a lo que se produjo en el año 2015 (3,15 millones de toneladas), siendo la principal región productora de arroz cáscara para ese año fue San Martín con 22%, siguiendo Piura (19%), Lambayeque (13%), La Libertad (11%) y Amazonas (10%). Con respecto al rendimiento por regiones, la mayor

productividad se logró en la región Arequipa, donde se obtuvo un promedio 12,5 t/ha, muy por encima del promedio nacional (7,5 t/ha), le siguen las regiones de La Libertad (10 t/ha), Ancash (9,6 t/ha) y Piura (8,8 t/ha). (MINAGRI, 2017).

La región Piura cuenta con un total 1'895,878 hectáreas de superficie agropecuaria, de las cuales 52 292 hectáreas solo de los valles Chira y Bajo Piura, son ocupadas por dicho cultivo (22 % de la superficie cultivable). (Valladolid, 2015).

De esta manera, el arroz se ha constituido en uno de los componentes esenciales de la canasta básica familiar de los peruanos; es por ello que surge la necesidad de poder cuantificar las pérdidas de grano, lo que sirve como materia de evaluación e investigación para llevar a cabo el mejoramiento en la producción arrocería, evitando pérdidas y optimizando los rendimientos en beneficio de los productores, siendo hoy por hoy tiempos difíciles debido al cambio climático que se experimenta en el mundo entero.

El presente estudio de tesis tiene como propósito cuantificar y comparar las pérdidas de grano de arroz existentes, durante la cosecha de arroz, tanto de manera manual como mecanizada, en el preciso momento que el grano presente el porcentaje de humedad apropiado para su cosecha. El evaluar y conocer dichas pérdidas permitirá tomar las medidas necesarias y correctivas, con el objetivo de reducir pérdidas que favorezcan el rendimiento de cosecha.

CAPÍTULO I

ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA

1.1. Descripción de la realidad problemática

El problema parte de la necesidad e importancia de reducir las pérdidas de arroz cáscara al momento de la cosecha, pues se pretende demostrar el beneficio que puede significar la cosecha mecanizada, a fin de que los beneficios se reflejen en la economía del mediano y pequeño agricultor, quienes en su mayoría son quienes producen y conducen dicho cultivo en la región Piura. Además, se conoce que pocas personas prestan la debida importancia a las pérdidas durante la cosecha de este cereal.

1.2. Justificación e importancia de la investigación

La presente tesis se justifica en contribuir de manera positiva al pequeño y mediano productor de arroz a optimizar sus rendimientos y ganancias, demostrando y dando a conocer los porcentajes de pérdida al momento de la recolección o cosecha del grano, realizando dos tipos de cosecha, tanto manual como mecanizada, puesto que, en el valle del Bajo Piura aún se realiza la cosecha manual, la cual demanda de mayor trabajo e inversión.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar las pérdidas de arroz en campo mediante cosecha manual y mecanizada.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar los rendimientos y porcentajes de pérdida de arroz cosechado en cada sistema de cosecha.
- Determinar los costos de cada tipo de cosecha.
- Determinar la fase u operación de la cosecha en la que se produce mayor pérdida de arroz cáscara.

1.4. Delimitación de la investigación

El presente trabajo de investigación se realizó específicamente en el fundo Paredones, ubicado en el centro poblado Paredones.

Ubicación Política:

| | | |
|-----------|---|---------------|
| Región | : | Piura |
| Provincia | : | Piura |
| Distrito | : | Catacaos |
| Valle | : | Bajo Piura |
| Sección | : | Potrero Nuevo |

Ubicación Geográfica:

| | | |
|----------|---|-----------------------|
| Latitud | : | 05° 16' 36.90'' Sur |
| Longitud | : | 80° 42' 17.90'' Oeste |
| Altitud | : | 23 m.s.n.m |

Duración del experimento:

El trabajo se inició a partir de la cosecha correspondiente a la campaña chica 2016, la misma que se realizó en el mes de febrero de 2017; cuyo tiempo de duración en su fase de campo fue de aproximadamente dos semanas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

López, (1982), en cuanto a pérdida de granos en los dos sistemas, señala que en el sistema tradicional se tiene un promedio de 800 kg/ha que en relación al rendimiento bruto cosechado equivale a 12%/ha.

En el sistema mecanizado se obtuvo un promedio de 178 kg/ha, que en relación al rendimiento bruto cosechado equivale a 2.3%/ha.

Aguilera (1982), realizó un trabajo de investigación, en las provincias de Guayas y Los Ríos (Ecuador), con la finalidad de estimar las pérdidas en la recolección, mediante métodos de cosecha manual y mecanizada empleándose tres variedades mejoradas: INIAP-6, INIAP-7 e INIAP-15 y una variedad tradicional “Pico Negro”; y se utilizaron las cosechadoras combinadas: IDEAL, INTERNACIONAL, LAVERDA, JHON DEERE y NEW HOLLAND; realizándose el trabajo en 24 faenas de agricultores (12 manuales y 12 mecanizadas).

De acuerdo a los resultados obtenidos, bajo las condiciones en que se llevó el presente estudio, se llegó a las siguientes conclusiones:

Cosecha Manual:

Las pérdidas de arroz total fueron del 8.59% (673.99 kg/ha), observándose que la mayor pérdida ocurrió en la trilla del arroz, 7.54% (587.51 kg/ha). Las variedades resistentes al desgrane presentan las pérdidas más altas.

Cosecha Mecanizada:

El porcentaje total de pérdidas encontradas fue del 18.50% (1,033.84 kg/ha), resultando en el corte 10.55% (551.63 kg/ha) en la trilla 7.71% (469.09 kg/ha) y en la limpieza 0.24% (13.11 kg/ha). Las pérdidas de arroz, fueron influenciadas por la susceptibilidad al acame de las plantas, estado mecánico y ajustes defectuosos, encontrados en las cosechadoras y la operación de las mismas.

Las variedades resistentes al desgrane, presentan mayores pérdidas.

Efferson (1981), señala que la FAO, en 1977 llevó a cabo un estudio sobre pérdidas de arroz en la cosecha a nivel mundial e informa los siguientes porcentajes en los principales países productores: Filipinas de 9 a 34%, Indonesia de 6 a 17%, Malasia de 17 a 25%, Pakistán de 6 a 7%, Srilanka de 13 a 40%, Tailandia de 8 a 14%, Brasil de 1 a 30%, África Occidental de 6 a 24%. Estas cifras corresponden a las cosechas y no a la calidad del producto que resultan de granos quebrados, manchas de los granos y daños similares que reducen el valor del producto como alimento.

Araullo et al (1976), estudios comparativos de pérdidas de arroz en el campo, reflejan que en la cosecha manual (corte), se pierde 24.5 kg/ha, mientras que en la mecanizada (corte) de 305 kg/ha.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (1976), trabajos realizados para determinar las pérdidas de granos, durante el corte manual y desgrane mediante el uso de trilladoras, indicaron un promedio de pérdidas de 578 kg/ha o equivalente a un 9.63% de la cosecha total.

Chandler (1979), estudios realizados en países del sur y sudeste de Asia revelan que las pérdidas durante la operación de cosecha y post cosecha fluctúan de 13 a 34%, correspondiendo a la cosecha y trilla de 5 a 15%, en limpieza y secado de 2 a 3%, en almacenamiento de 2 a 6%, en procesamiento de 1 a 3% y durante el manejo del transporte de 1 a 3%.

Ochoa y Echevarria (sf), realizando un trabajo de investigación en el municipio de Páez del estado de Portuguesa (Venezuela), y teniendo como objetivo la determinación de las diferentes pérdidas de grano, que se producen durante la labor de la cosecha mecanizada del cultivo de arroz, además de evaluar los parámetros de funcionamiento de 44 cosechadoras de cereales, agrupadas en 7 marcas, cosechando seis variedades de arroz, en donde se detectó que la edad de las máquinas osciló entre 12 y 30 años, encontrando niveles de pérdida promedio del cultivo, en un rango que fluctuó entre 0.21% a 4.5%. Las pérdidas por el mecanismo de trilla fueron en promedio de 69.62 kg/ha, equivalente a un 0.98% del rendimiento con una oscilación entre 0 a 10.66%, mientras que las pérdidas por separación y

limpieza estuvieron en un promedio de 111.46 kg/ha, que representó 1.67% del rendimiento del cultivo, para un rango de valores entre 0.13 a 8.45 %.

El promedio de pérdidas totales fue del orden de 261.59 kg/ha, lo que representó un 3.95% del rendimiento, con un rango desde 1.07 % hasta 19.98 %, detectándose que el mecanismo que más afectó los niveles de pérdidas, fue el de separación y limpieza.

Da Silva et al (1983), señalan que, en Brasil, las pérdidas promedio de diez cosechadoras en la zafra de 1981/82 fueron de 238 kg/ha o un 13%, con un rango del 6.1 al 22.2%. Las pérdidas principales ocurrieron en la plataforma con 73.2%, luego en los sacapajas con 12.9%, las zarandas con 9.9%, y desgrane natural fue un 4 %.

Chaparro et al (1984), en una investigación realizada en la región de Ambalema (Tolima-Colombia), con la finalidad de evaluar las pérdidas de granos presentadas en la recolección de arroz, con combinada y utilizando las variedades CICA 8, CICA 9 e IR-22, y las máquinas combinadas Jhon Deere 955 R, CASE 960 y CASE 1200; se llegó a las siguientes conclusiones:

- Las pérdidas en la máquina, son funciones de múltiples variables independientes.
- La humedad relativa, fue el factor climatológico que más influyó sobre las pérdidas.
- La humedad de grano es el factor del cultivo, que más influye en las pérdidas.
- El mayor porcentaje de pérdidas se presentó en la separación y limpieza y el menor en el cabezal.
- El valor promedio de las pérdidas totales fue de 7.17%.

2.2 Bases teóricas

López (1982), señala que la siega es la operación manual y laboriosa que el trabajador realiza con un instrumento llamado “hoz”, las panojas son segadas a una altura de 15 o 30 cm del suelo. Es conveniente que la longitud del tallo con panojas no debe pasar de 70 cm.

Las pérdidas comienzan con la “siega”; donde el operador provisto de un instrumento (hoz) en una mano y con la otra envolviendo las gavillas las arranca o corta bruscamente se produce el desgrane o desprendimiento del grano de la panoja en gran cantidad; en esta fase las pérdidas alcanzan los más altos valores.

Las pérdidas en arrumado son las que se producen cuando el arroz ha sido segado y queda a la intemperie por espacio de 8 a 10 días. En este lapso de tiempo el grano se desprende por acción del viento, porque es pisoteado, o por la acción de perder humedad.

Describe que la cosecha mecanizada se realiza con cosechadoras autopropulsadas, las cuales trabajan perfectamente con los cereales como arroz, maíz, y otras gramíneas, es decir, que este tipo de máquina permite recoger la cosecha de los cultivos mencionados mediante las siguientes operaciones: alimentación, trilla y separación, limpieza y almacenaje del grano.

Medina (1989), afirma que en la cosecha manual se ha establecido que el trillado puede generar pérdidas si se efectúa de tal manera que rompa los granos, como ocurre cuando se golpea con palos o contra una superficie. Adicionalmente, las pérdidas también pueden ser debidas a granos que se quedan sin trillar.

En cuanto a la cosecha mecanizada se refiere, las cortadoras mecánicas de arroz generalmente pueden ocasionar pérdidas de alrededor del 2% debido a mala calibración de las máquinas, falta de preparación técnica del operario, o un alto porcentaje de humedad en el grano.

Fonseca y Da Silva (1990), menciona que todas las operaciones de cosecha, como la siega y la recolección se realizan manualmente. La siega se puede hacer con ayuda de un cuchillo de corte liso o serrado. A medida que las plantas van siendo cortadas en pequeños haces y dejados a secarse al sol, por uno a tres días. Los haces se colocan en la misma dirección, con el fin de facilitar su recolección y transporte.

La trilla realizada en cajones, bancas o giro de madera consiste en golpear las panículas hasta el desprendimiento de los granos. La batidora del arroz se realiza con varas o por pisoteos por el hombre o animales o incluso por las ruedas del tractor. El arroz también puede ser recolectado por racimo, con auxilio de cuchillo o navaja.

Con respecto a la cosecha mecanizada, generalmente es realizada por diversos tipos de máquinas, desde las de porte pequeño tradicionales hasta las cosechadoras automotrices, dotadas de barra de corte de hasta seis metros de ancho, las cuales se realizan en secuencia las operaciones de corte, recogida, trilla y limpieza, permitiendo en algunas, ensacado de granos. La unidad de recolección está compuesta por una plataforma con molinete, barra de corte, sin fin y cinta transportadora. La unidad de trilla tiene un cilindro batidor, cóncavo y contra batidor. La separación de granos y pajas, está constituida por un sacapajas, cribas, bandeja y ventilador. La unidad de ensacado está compuesta de conductores helicoidales, plataforma de elevadores. La capacidad de trabajo de las cosechadoras es variable, depende del mantenimiento y las regulaciones de la maquina en las condiciones del cultivo. Estos factores son fundamentales para cosechar eficientemente y obtener un producto final de buena calidad, tanto para el grano y para la semilla.

Tascon (1981), señala que las máquinas combinadas efectúan en una sola operación el corte, trilla, limpieza, ensacado y transporte del grano. Indica además que sus principales partes son: Sección de alimentación (molinete, barra de corte, sin fin, recogedor, transportado, sección de trilla (cilindro y cóncavo), sección de limpieza (batidor del cilindro, criba rotativa y depósito de grano).

Junta de Usuarios Chancay Lambayeque (2015), en su manual de manejo técnico del arroz, informan que la cosecha por azote es la más adecuada cuando se cuenta con mano de obra suficiente, sin embargo, no es siempre la más económica; asimismo recomiendan segar y azotar el mismo día. Con respecto a la cosecha con máquina combinada es la más adecuada para no disminuir calidad de grano, ni aumentar porcentaje de grano quebrado, actualmente es la más económica para cosechar, pero se debe tener en cuenta que el suelo tenga una humedad adecuada para el ingreso de la máquina, la cual debe estar bien calibrada para evitar pérdidas.

Heros (2013), indica que para la cosecha manual los tallos se cortan en forma con hoz a 10-15 cm del suelo. Los tallos cortados se van colocando en el suelo formando “tendales” para su secado al sol. Después del secado se realiza el azote de las gavillas, golpeando los tallos contra un tronco, y los granos de la panoja se van desprendiendo en cada golpe. Es practicada por agricultores que poseen áreas pequeñas.

Con respecto a la cosecha mecanizada señala que se realiza con combinadas (chinas, coreanas y japonesas), que son cosechadoras autopropulsadas, con descarga a granel o en sacos. Es la forma más económica y rápida de cosechar. La principal limitación para el uso de combinadas, es el secado del grano, para bajar la humedad a 14%, para su molinado. El suelo debe estar drenado para evitar el “enfangamiento”. Las combinadas grandes cosechan entre 4 a 5 ha/día y las pequeñas de 1 a 2 ha/día. Las pérdidas totales de cosecha se estiman en 5%. Las combinadas pequeñas son lentas, pero con menor pérdida de grano.

Centro Internacional De Agricultura Tropical (1976), indica que la utilización de la combinada para la cosecha de arroz, es el método más común para los países de América, especialmente entre los agricultores comerciales que operen en gran escala. Las máquinas combinadas son más eficientes y económicas, cuando se cosecha grandes extensiones, con buenas condiciones de suelo, adecuadas vías de acceso y suficiente capacidad para el secamiento del grano. Sin embargo, pierde mucha eficiencia al ser utilizada por pequeños agricultores en extensiones pequeñas, épocas húmedas, malas condiciones de suelo, inadecuadas vías de acceso y pocas facilidades para el secado de grano.

Cheaney y López (1978), señalan que, en América Latina, los métodos de cosecha de arroz, varían entre los más primitivos, hasta los más modernos, siendo los más usados, desgrane a mano de las espigas, sin cortar las plantas. Cortar las espigas y colgarlas bajo techo para el secado, luego se trillan con palo. Cortar la paja con espigas con un machete o hoz de mano y llevarlas a áreas limpias y trillarlas bajo los pies de los hombres, animales o llantas de tractores.

Cortar la paja con espigas, con hoz o machete y hacer pilas para trillarlo sobre lomas, golpeando los manojos de plantas contra pedazos de cemento, tablas de madera, tronco de madera, troncos de árboles.

Cortar la paja con espigas con hoz o machete y hacer pilas grandes para trillar con trilladora estacionaria o portátil y cosecha mecanizada, utilizando una combinada (corte, trilla y limpia).

Chaparro et al (1984), explican que generalmente se consideran pérdidas debidas a las condiciones del cultivo (de pre cosecha o naturales) y pérdidas debidas a la máquina.

A. Pérdidas de pre cosecha (o naturales)

Las pérdidas de pre cosecha son aquellas que ocurren antes de empezar a recolectar con la combinada, por efecto de volcamiento, o condiciones climatológicas adversas.

B. Las pérdidas de separación

Se presentan cuando el grano que ha sido separado de “la espiga no atraviesa el sacapajas y sale de la combinada con los residuos de la cosecha. Estas pérdidas se incrementan por una alimentación excesiva de material. Las pérdidas de limpieza se presentan en el grano recogido de la cosechadora cuando hay residuos de material que demeritan la calidad del producto, o por efecto de un excesivo flujo de aire que saca el grano limpio de la combinada. Usualmente estas pérdidas no se pueden separar de las pérdidas de separación.

FAO (1980), sustenta que las pérdidas de arroz en la etapa de postcosecha ocurren debido a fallas en los métodos de cosecha, trilla, limpieza, secado, almacenamiento, transporte, procesamiento, empaquetamiento y distribución.

Además, las pérdidas en la cosecha se deben principalmente al desprendimiento y caída de los granos al cortarse los tallos de las plantas. La cantidad de pérdida depende del tiempo en que se realiza la cosecha, siendo estas mayores mientras más tarde se realiza.

Bruzzone y Heros (2011), señalan que el momento óptimo de cosecha se inicia cuando el 90% de los granos de la panícula están maduros y hayan tomado color amarillo, 30 a 45 días después de la emergencia de las panojas y su contenido de humedad varíe entre 18 y 20% de humedad.

Rimache (2008), señala que la pérdida de arroz cáscara se puede presentar antes de la cosecha (a la maduración) y en la cosecha, resaltando que las pérdidas antes de la cosecha se dan por:

- Fuertes vientos
- Tumbado de plantas
- Alta densidad originó plantas débiles
- Característica varietal (desgrane, vuelcos)
- Daños por pájaros, roedores, inundaciones, etc.

Pérdidas en la cosecha se presentan en:

- Momento de cosechar cuando la máquina cosechadora bota (al cortar o trillar) poniéndose granos, o cuando el segador manipula incorrectamente.
- Cuando el arroz está muy reseco, las pérdidas se incrementan.
- Por las malas condiciones del terreno y malas condiciones del grano.
- Cuando las características de arroz son inconvenientes. Las pérdidas en general deben tratar de minimizarse.

Augsburger (1992), señala en un trabajo realizado en Uruguay con varios cultivos, que las pérdidas de granos en la cosecha son altos, los cuales tienen una fuerte incidencia económica, es evidente y necesario reducir estas pérdidas; las cuales se pueden definir de la siguiente forma:

A. Precosecha

- Por desgrane natural, pájaros, granos sueltos en el suelo, otros.

B. Cosecha

- Pérdidas por destrozamiento, el grano queda en el suelo o fuera del alcance de la barra de corte. Molinetes mal ajustados, pueden lanzar espigas con tallos hacia adelante y al suelo.
- Pérdidas por la barra de corte, cuando espigas quedan por debajo de la altura de corte, plantas volteadas por lluvia o viento y se trabaja sin brazos levantadores de espigas. En variedades bajas y con paja quebradiza, espigas cortadas pueden caer desde la plataforma al suelo.
- Pérdidas en el cilindro trillador, espigas no trilladas o parcialmente trilladas o granos partidos salen por el sacapajas, a veces por recarga de retorno.

- Pérdidas en la separación, el grano sale en la parte posterior. Esto puede suceder cuando los sacapajas están sobrecargados o las cortinas están defectuosas.
- Pérdidas en la limpieza, por zarandas sobrecargadas, material verde de malezas o inadecuado ajuste del zarandón

Alvarado (2004), argumenta que normalmente las pérdidas se encuentran entre un 2 a 6% y llegan algunas veces a ser hasta del 10%. Los factores que más influyen en el nivel de perdidas, son las condiciones atmosféricas y el método que se usa durante la recolección de la cosecha. Con respecto al método de recolección, se ha visto que, cuanto más mecanizados son los sistemas de cosecha, menores son las pérdidas de granos.

Pozzolo et al (2007), señala que las pérdidas no siempre son producto de la labor de la cosechadora, también pueden ser naturales, también llamadas de pre cosecha. Las pérdidas de pre cosecha son aquellas producidas por desgrane natural y plantas volcadas producto del cultivo y agentes climatológicos, que no podrán ser recolectadas por el cabezal de la cosechadora.

Para evaluar estas pérdidas, se emplea la siguiente metodología que implica rapidez y razonable exactitud, utilizándose un aro de metal de 56 cm de diámetro, el cual se arroja aleatoriamente en un área predeterminada por cuatro veces, lo cual equivale a 1 m². Se procede a juntar los granos sueltos, las panojas sueltas y las que no serán recolectadas por el cabezal, consideradas en general como las que se encuentran por debajo de la altura de corte fijada.

Pérdida por cosechadora, son las provenientes de la cosechadora, las dividiremos en dos: las originadas en el cabezal y las provocadas por la cola.

Frank (1981), en estudios realizados, señala que las pérdidas de grano de la cosechadora están dadas por el caudal de alimentación de la misma. A medida que se va incrementando la alimentación (expresada por ejemplo en kg de paja/min.) van aumentando las pérdidas. Cuando la alimentación es baja, las pérdidas son reducidas, al incrementarse la alimentación las pérdidas van creciendo hasta alcanzar un nivel alrededor del 2% (sobre el rendimiento). Indica además que la alimentación de la cosechadora se regula mediante la velocidad de la máquina.

Valdés (1975), refiriéndose a las combinadas señala que el 40% de las pérdidas se produce cuando el molinete entra en contacto con la planta y la cuchilla la corta. El resto de las pérdidas se deben a una regulación diferente del cilindro desgranador y las zarandas (limpiadores del ventilador y de los sacudidores).

Angladette (1967), asegura que la separación entre el cilindro y el cóncavo debe ser regulada en función de las variedades. En las variedades de granos largos, las pérdidas medias debido al cilindro son de 50 a 60 kg/ha, otras pérdidas son imputables al separador, cuya velocidad debe ser regulada en función a la velocidad de la máquina.

Freistritzzer (1977), sustenta que las mayores pérdidas en la cosecha se deben al movimiento demasiado rápido de la cosechadora, si así ocurre, el volumen del material cosechado es mayor que la capacidad de separación de las cribas y tamices dando lugar a que por detrás de la máquina salgan granos de arroz junto a la paja. Al trillado incompleto, debido a una velocidad inadecuada del cilindro o una distancia indebida entre cilindro y el cóncavo. El exceso de viento por mal ajuste del ventilador que permite que la semilla salga expulsada por la parte trasera. Al ajuste inexacto del tamiz separador superior, unido a un mal ajuste del ventilador produce pérdidas de grano por la parte trasera de la cosechadora.

2.3 Glosario de términos básicos

Almacigo: Lugar donde se siembran y crían plantas delicadas, durante sus primeros períodos vegetativos, que luego serán llevados a sus lugares definitivos.

Azotar: Golpear algo o dar repetida y violentamente contra ello.

Cáscara: Corteza o cubierta exterior de los huevos, de varias frutas y de otras cosas.

Cosecha: Acción de recolectar los frutos, semillas u otros órganos aprovechables de las plantas.

Cosechadora: Dicho de una máquina: Que sirve para cosechar la mies u otros frutos.

Gavilla: Conjunto agrupado de sarmientos, cañas, mieses, ramas, hierba, etc., mayor que el manojo y menor que el haz.

Granos: Semilla y fruto de los cereales.

Hoz: Instrumento que sirve para segar mieses y hierbas, compuesto de una hoja acerada, curva, con dientes muy agudos y cortantes o con filo por la parte cóncava, afianzada en un mango de madera.

Pérdida: Cantidad o cosa perdida.

Rendimiento: Producto o utilidad que rinde o da alguien o algo.

Trasplantar: Trasladar plantas del sitio en que están arraigadas y plantarlas en otro.

Trillar: Quebrantar la mies tendida en la era, y separar el grano de la paja.

2.4 Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

- Que las pérdidas obtenidas de la cosecha mecanizada son menores que las obtenidas de forma manual.

2.4.2. Hipótesis específicas

- Los rendimientos y porcentajes de pérdida son mayores en la cosecha manual.
- La cosecha manual demanda de mayor tiempo y dinero.
- Las operaciones en la que se produce mayor pérdida de arroz cáscara, es en la cosecha manual.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque y diseño

El enfoque del estudio fue cuantitativo - experimental, bajo un diseño estadístico completamente al azar. Además, se realizó un ANVA y una prueba estadística de “t” al nivel 0.005 para ratificar la prueba.

Tabla 3. 1. Esquema del ANVA

| F.V | G.L | S.C | C.M | F.C |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|
| TRATAMIENTOS | 1 | | | |
| ERROR EXPERIMENTAL | 6 | | | |
| TOTAL | 7 | | | |

3.2. Sujetos de la investigación

Se estudió solo un factor: Métodos de cosecha.

Tabla 3. 2. Factores en estudio

| FACTOR | TRATAMIENTOS | CLAVES |
|--------------------------|--------------------------|--------------|
| Métodos de Cosecha | Manual Mecanizada | M1 M2 |

Se estudiaron solo dos tratamientos, los cuales son: Cosecha manual y cosecha mecanizada.

Además, se consideraron como observaciones experimentales:

- Rendimiento de arroz cáscara (kg/ha). Se determinó cosechando el área evaluable de cada parcela (1,000 m²) reportándolas en kg/parcela, y posteriormente se llevará a kg/ha, ajustándolo al 14% de humedad.

- Pérdidas de arroz. Se procedió a la recolección de granos en cada una de las operaciones, expresándolas en kg/parcela, y luego en kg/ha. Finalmente, las pérdidas fueron promediadas y expresadas en porcentaje.
- Cálculo de costos operativos. Se realizó un estudio de costos para ambas formas de cosecha, análisis que permitió conocer cuál de las dos modalidades es mejor en términos económicos.
- Tiempo empleado (hora/ha). Se tomó la duración o el tiempo efectivo.

El campo experimental tiene las siguientes dimensiones:

| | | |
|----------------------------|---|----------------------|
| a) Unidad Experimental | | |
| Largo | : | 40.00 m |
| Ancho | : | 25.00 m |
| Área | : | 1,000 m ² |
| b) Campo experimental | | |
| Área total | : | 8,000 m ² |
| c) Parcelas | | |
| Distanciamiento de siembra | : | 8 |
| | : | 25 x 25 cm |

3.3. Métodos y procedimientos

Los métodos y procedimientos están fundamentados en las evaluaciones directas de campo como la recolección de granos y determinación de los rendimientos, utilizando materiales como bolsas herméticas e instrumentos como aspiradora manual para el recojo de granos; con la finalidad de reunir, determinar y examinar toda la información disponible para los fines de esta tesis.

a) Delimitación del terreno

Inicialmente se procedió a marcar y definir el área de 08 parcelas de 25 x 40 (1000 m² cada una), 4 de las cuales fueron para cosecha manual y 4 para cosecha mecanizada. Dicho trabajo se realizó empleando wincha para la medición, estacas de carrizo e hilo pabilo blanco para su limitación y denotación.

b) Pesado de muestras

De las muestras obtenidas en cada una de las parcelas experimentales y en cada una de las operaciones en las que se evaluó, tanto para la cosecha manual y mecanizada; se realizó el pesado de todas las muestras, utilizando balanza analítica de precisión (para la cosecha manual las muestras de las pérdidas de pre cosecha y siega y para la cosecha mecanizada las muestras de las pérdidas de pre cosecha y la barra de corte) y balanza electrónica (para la cosecha manual las muestras de secado y azote y mecanizada las muestras de pérdida en el mecanismo de trilla y las pérdidas de la cola o sección de limpieza).

c) Muestreo de porcentaje de humedad

En cada parcela experimental, tanto para cosecha manual y mecanizada, se realizaron 10 muestreos de la medición del porcentaje de humedad de granos; cuyos valores al ser promediados se obtuvo como resultado un factor de ajuste. Se totalizaron 80 muestras de humedad.

d) Ajuste de porcentaje de humedad

Después de haber promediado los porcentajes de humedad, se procedió al ajuste de dichos porcentajes, utilizando la siguiente formula, según Aguilera (1982).

$$\text{Factor de Ajuste} = \frac{100 - \% \text{ de humedad promedio}}{100 - 14} * \text{Peso de muestra (g)}$$

Además, se consideró el factor de contorno igual a 0.971 (este es utilizado debido a que el área efectiva cosechada equivale a 9,710 m²).

Una vez realizada la delimitación de las parcelas experimentales se procedió a la determinación de las pérdidas para cosecha manual y mecanizada.

3.3.1. Cosecha manual

Para la cosecha manual, se realizaron las siguientes operaciones o procedimientos de evaluación para cada parcela:

a) Pérdidas de Pre Cosecha

Para determinar estas pérdidas, se utilizó la técnica del “aro” de área 0.25 m², el cual fue lanzado 10 veces al azar, tratando que la distribución del área sea uniforme. Seguidamente se realizó la proyección del aro en el suelo con ayuda del yeso y el embudo; con ayuda de la aspiradora manual (accionada por la batería de 12 voltios), se procedió a la recolección de granos dentro del área circular marcada. Finalmente, todo lo recolectado en el recipiente de la aspiradora fue separado y colocado en las bolsas herméticamente cerradas como muestras.

b) Pérdidas por siega

Posteriormente de haber realizado el corte utilizando hoz, se procedió a emplear el aro, realizando 10 lanzamientos al azar y procurando sea uniforme en toda la parcela. A continuación, se marcó el área circular con yeso y con la aspiradora manual se procedió a la recolección de granos del área circular marcada. Finalmente, lo recolectado en el recipiente fue colocado en las bolsas herméticas como muestras. Todas las muestras obtenidas tanto en pre cosecha y en siega fueron pesadas en una balanza de precisión.

c) Pérdidas por secado de gavillas

Las gavillas ya cortadas en la siega fueron colocadas en el suelo sobre una manta formando “tendales” para el secado y exposición al sol por un periodo de tres días. Al finalizar este periodo de secado y exposición, dichas gavillas fueron atadas y trasladadas a otra manta cercana para el azote; una vez retiradas las gavillas se procedió a la recolección de granos caídos dentro de la manta, los cuales fueron colocados en sacos para su posterior pesaje.

d) Pérdidas por acción de azote

Una vez pasado el proceso de secado, las gavillas fueron azotadas contra un tronco de madera para el desprendimiento total de los granos de la panoja. Cabe señalar que esta acción fue realizada sobre mantas señalizadas con cinta masking tape. Al realizar el azote, se comprobó que algunos granos salpicaron fuera de la manta, es por ello que se utilizaron 6 mantas adicionales que se colocaron a los lados, una después de otra, teniendo en el centro la manta señalizada. Dicha delimitación permitió diferenciar grano trillado (cosechado) y grano perdido por salpicadura y

transporte. Finalmente se procedió a la recolección de los granos cosechados y los granos salpicados en sacos diferentes.

Todas las muestras derivadas de las pérdidas anteriormente mencionadas fueron pesadas en una balanza electrónica.

3.3.2. Cosecha Mecanizada

Para la determinación de las pérdidas en la cosecha mecanizada, se realizaron las siguientes operaciones o procedimientos de evaluación para cada parcela:

a) Pérdidas de Pre Cosecha

Al igual que la cosecha manual, se utilizó el “aro” de área 0.25 m^2 , el cual fue lanzado 10 veces al azar, tratando que la distribución del área sea uniforme. Seguidamente se realizó la proyección del aro en el suelo con yeso y utilizando el embudo; con ayuda de la aspiradora manual (accionada por la batería de 12 voltios), se procedió a la recolección de granos dentro del área circular marcada. Finalmente, todo lo recolectado en el recipiente de la aspiradora fue separado y colocado en las bolsas herméticamente cerradas como muestras.

b) Pérdidas en barra de corte

Después que la cosechadora combinada realizó su paso dentro del área evaluada, se lanzó el “aro” 10 veces al azar, procurando que la distribución del área sea uniforme. Seguidamente se procedió a recolectar los granos ayuda de la aspiradora manual anteriormente mencionada.

Finalmente, lo recolectado se colocó en bolsas herméticamente cerradas como muestras. Todas las muestras obtenidas tanto en pre cosecha y barra de corte fueron pesadas en balanza de precisión.

c) Pérdidas en el mecanismo de trilla

Antes del paso de la máquina y dentro del área experimental (1000 m^2), utilizando una wincha, se realizó la medición de 10 m de largo, por 2.3 m de ancho (ancho de corte efectivo de cosechadora), esta área de 23 m^2 fue delimitada colocando estacas de carrizo e hilo pabilo blanco.

Posteriormente se utilizó la bolsa de tocuyo para tapar la zona de expulsión, a continuación, la máquina inició su paso. Finalmente se procedió solo a recoger las espigas no trilladas eficientemente que quedaron dentro de la bolsa de tocuyo. Lo recolectado fue separado en bolsas plásticas para ser desgranadas y pesadas.

d) Pérdidas en la cola o sección de limpieza

De manera similar que en evaluación anterior (la trilla), antes del paso de la máquina y dentro del área a evaluar, se seleccionó un punto al azar y utilizando una wincha, se realizó la medición de 10 m de largo, por 2.3 m de ancho (ancho de corte efectivo de cosechadora), esta área de 23 m² fue delimitada colocando estacas de carrizo e hilo pabilo blanco.

Posteriormente se utilizó la bolsa de tocuyo para tapar la zona de expulsión, a continuación, la máquina inició su paso. Finalmente se procedió solo a recoger los granos sueltos que quedaron dentro de la bolsa de tocuyo. Lo recolectado fue separado en bolsas plásticas para ser pesadas.

Para la evaluación del rendimiento cosechado en cada parcela experimental, se procedió a la descarga de la tolva, al ensacado y rotulado de los sacos obtenidos. Además, cabe señalar que, al iniciar la cosecha de cada parcela experimental, la tolva de la máquina se encontraba vacía.

3.4. Técnicas e instrumentos

Se utilizó la técnica del aro, y la recolección de los granos perdidos utilizando una aspiradora manual. Técnicas que han sido utilizadas por Pozzolo et al (2007) y Augsburger, H. (1992).

Asimismo, para la recolección de las pérdidas de grano se procedió a la delimitación de un área (rectangular) conocida, técnica empleada por Chaparro et al (1984).

Los instrumentos o materiales utilizados son los siguientes:

3.4.1. Instrumentos en campo

- Variedad de cultivo: NIR 1 (IR 43)
- Materiales: 1 Aro de alambrón N° 8 (diámetro 564 mm, circunferencia 1772 mm, área 0.25 m²), 4 hoces, bolsas de cierre hermético, fichas para rotulado, wincha 30m, yeso, embudo casero, estacas de carrizo, hilo pabilo, cinta masking tape y de embalaje, manta de tocuyo (volumen de 4.5 m³) y de sacos (6 mantas).
- Equipos: GPS, aspiradora manual de 12 voltios, balanza electrónica de plataforma, medidor digital de humedad de granos, batería 12 voltios,
- Máquina: Cosechadora combinada, cuyas características son:

| | | |
|-------------------|---|-------------|
| Modelo | : | 4LZ – 2.5 |
| Marca | : | World |
| Pérdida | : | menor a 1 % |
| Producción | : | 3 ha/día |
| Ancho de corte | : | 2.3 m |
| Potencia de motor | : | 88 HP |
| Alimentación | : | 2.5 Kg/s |
- Otros: Libreta de notas, calculadora, cámara fotográfica, etc.

3.4.2. Instrumentos en laboratorio

- Equipos: Balanza de precisión.

3.4.3. Conducción del cultivo

El cultivo de arroz donde se realizó el trabajo experimental fue por siembra indirecta, lo que implicó la instalación de almácigo y su posterior trasplante cuyas labores culturales fueron las tradicionales o propias del arroz como se siembra en la zona. A continuación, información brindada por el administrador del fundo Paredones.

Almacigo:

- a. Pica y quema: Quemar toda la maleza o residuo de la cosecha anterior, dejando limpio el terreno.
- b. Gradeo: Se realiza con arado de disco sobre el área siempre y cuando este seco.
- c. Bordadura: Dar forma a la poza, aproximadamente de 180 m².
- d. Machaco: Consistió en regar las pozas para proceder con el fangueo con motocultor, dejando batido el suelo para posteriormente planchar la poza dejando nivelado el terreno.
- e. Abrigo de semilla: Durante 36 horas se remojó en agua los sacos de semilla, luego se dejó escurrir por algunas horas. Se procedió al abrigo de semilla que duró 36 horas más, para finalmente extender la semilla en el suelo cubriéndola con paja.
- f. Voleo de semilla: Se utilizaron 60 kg de semilla/poza de 180 m² para dicha campaña.
- g. Aplicación de herbicida:
Saturn 5% G, 1.5 kg/poza de 180 m².
- h. Abonamientos:
Primer abonamiento: Se aplicaron 6 kg de urea/ poza de 180 m².
Segundo abonamiento: Se aplicaron 4 kg de urea + 3 kg de sulfato de amonio/poza de 180 m².
- i. Aplicación fitosanitaria:
Confidor 70 WG, 100 gr/cilindro
Mancozil, 250 gr/cilindro
Sulfodin 80 % WG, 1 kg/ha

Trasplante

- a. Preparación del terreno: Se realizaron los mismos trabajos que en el almacigo (pica y quema, gradeo, bordeadura).
- b. Trasplante: A los 25 días de edad del almacigo, se procedió a trasplantar, colocando 6 plántulas por golpe, utilizando cordel a un distanciamiento de 0.25 x 0.25 m entre golpes.
- c. Aplicación de herbicidas:
 - Herbadox, 3 li/ha
 - Ectran, 100 ml/cilindro
 - Belgran, 100 gr/cilindro
- d. Abonamientos:
 - Primer abonamiento: 100 kg de fosfato di amónico + 200 kg de urea + 100 kg de sulfato de amonio kg/ha.
 - Segundo abonamiento: 250 kg de urea + 150 kg de sulfato de amonio kg/ha.
 - Tercer abonamiento: 250 kg de sulfato de amonio + 100 kg de urea kg/ha.
 - Adicional: Se aplicaron 100 kg/ha de sulpomag.
 - Desmanche: Se aplicaron 100 kg/ha de urea como un pequeño abonamiento.
- e. Deshierbo manual: Se emplearon 3 jornales/ha
- f. Aplicación fitosanitaria:
 - Danitol 30 EC, 150 ml/cilindro
 - Imidacrop Plus 700 WP, 100 gr/cilindro
 - Phyton 27, 250 ml/cilindro
 - Kasumin, 1 lt/ha
 - Selecron 500 EC, 200 cc/cilindro
 - Antracol, 1 kg/ha
- g. Otras aplicaciones: Break Thru, 50 cc/cilindro
- h. Cosecha: Se realizó cuando el grano estuvo completamente maduro y seco, de color amarillo pajizo.
- i. Riegos: Debido a las condiciones climáticas severas (escasez de agua), en dicha campaña solo se realizaron 6 riegos, de los cuales ninguno fue a tiempo, siendo el periodo más largo sin regar de 45 días. No se realizaron

4 riegos según lo programado. En total se regó un promedio de 11 685 m³/ha, cuando en realidad debieron ser en teoría 18,000 m³/ha.

Tabla 3. 3. Cronograma de labores del cultivo (campaña chica 2016)

| ACTIVIDADES | FECHA |
|---|------------|
| Inicio de almacigo | 20.07.2016 |
| Inicio de trasplante | 15.08.2016 |
| Aplicación herbicida | 23/08/2017 |
| Primer abonamiento | 29/08/2016 |
| Segundo abonamiento | 01.10.2016 |
| Aplicación herbicida | 11.10.2016 |
| Tercer abonamiento | 26.10.2016 |
| Desmanche | 07/11/2016 |
| Aplicación fitosanitaria (<i>burkholderia glumae</i>) | 22/12/2017 |
| Cosecha | 13.02.2017 |

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Resultados

4.1.1. Rendimiento de arroz cáscara (tm/ha)

En la Tabla 4.1 se muestran los resultados correspondientes al rendimiento de arroz cáscara, asimismo dicha tabla refleja un comparativo del rendimiento.

El análisis de varianza realizado (Tabla 4.2) detectó diferencias significativas, entre los métodos de cosecha evaluados, al nivel 0.05 de probabilidad.

Tabla 4. 1. Comparativo de rendimiento de arroz cáscara para ambos métodos de cosecha

| PARCELA | COSECHA MANUAL | | COSECHA MECANIZADA | |
|-----------|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| | COSECHADO (kg/1000m ²) | COSECHADO AJUSTADO (kg/ha) | COSECHADO (kg/1000m ²) | COSECHADO AJUSTADO (kg/ha) |
| 1 | 250.3948 | 2431.33 | 856.4032 | 8315.68 |
| 2 | 220.3343 | 2139.45 | 918.6623 | 8920.21 |
| 3 | 278.8796 | 2707.92 | 511.5263 | 4966.92 |
| 4 | 274.2504 | 2662.97 | 385.1984 | 3740.28 |
| \bar{X} | 255.9648 | 2485.42 | 667.9475 | 6485.77 |

Tabla 4. 2. Análisis de varianza del rendimiento de arroz cáscara (tm/ha)

| F. de Variación | G.L | S.C | C.M | Fc. |
|---------------------------|-----|---------|---------|-------|
| Tratamientos | 1 | 32.0400 | 32.0400 | 9.94* |
| Error Experim. | 6 | 19.3300 | 3.2216 | |
| C.V (%) | | 39.9 | | |

*Significación estadística al nivel 0.05 de probabilidad.

El coeficiente de variabilidad cuantificó 39.9%, considerándose a este, un poco alto. Al efectuarse la prueba estadística de “t”, se ratificó lo mostrado por el Análisis de Varianza, es decir, existen diferencias estadísticas entre los dos métodos de cosecha; presentando la cosecha manual, escasamente 2.49 tm/ha, mientras que en la cosecha mecanizada, el reporte fue de 6.49 tm/ha, lo cual implica, casi tres veces, el primer rendimiento. (Tabla 4.3).

El Gráfico 4.1 nos refleja todo lo explicado anteriormente.

Tabla 4. 3. Prueba de Test de “t” para efecto de la modalidad de cosecha sobre el rendimiento de arroz cáscara (tm/ha)

| OBSERVACIÓN | TIPO COSECHA | |
|-------------|---------------|---------------|
| | MANUAL | MECANIZADA |
| 1 | 2.43 | 8.32 |
| 2 | 2.14 | 8.92 |
| 3 | 2.71 | 4.97 |
| 4 | 2.66 | 3.74 |
| Σ | 9.94 | 25.95 |
| \bar{X} | 2.49 b | 6.49 a |

Nota: Tratamientos que tienen la misma letra son iguales estadísticamente, en caso contrario son diferentes.

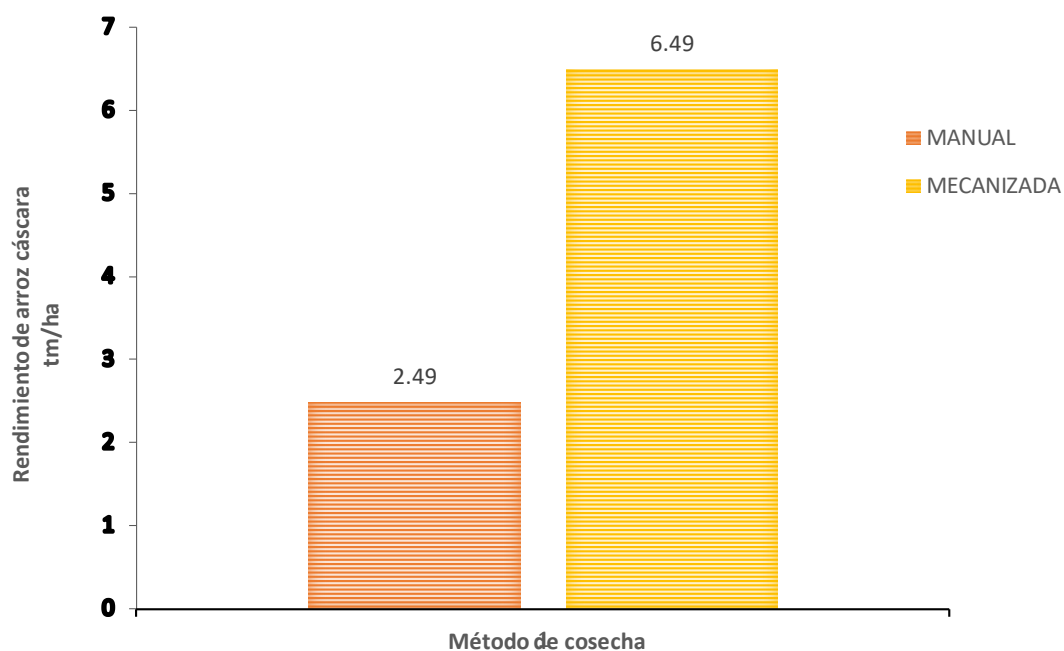


Gráfico 4. 1. Rendimiento de arroz cáscara (tm/ha)

4.1.2. Pérdida de arroz cáscara (kg/ha) en pre cosecha

Los valores de la presente característica, se muestran en la Tabla 4.4.

Se entiende como pérdidas de pre cosecha o naturales, aquellas que ocurren antes de iniciarse la labor de cosechar plantas de arroz, y que se deben entre otras razones, al volcamiento de las plantas, presencia de vientos fuertes o por acción de la merma en la humedad de los granos o por otros factores adversos.

En este caso, al ejecutarse el análisis de varianza, no se llegó a encontrar diferencias estadísticas entre los dos métodos de cosecha ensayados (Tabla 4.5); reportándose un coeficiente de variabilidad de 34.6%, que si bien, no es el ideal; es bastante aceptable, bajo las condiciones, en que realizó el presente trabajo.

Cuando se llevó a cabo, la prueba de “t” (Tabla 4.6), se corroboró lo mostrado por el Análisis de Varianza, siendo los valores de las pérdidas, bastantes bajos y además estadísticamente similares; pues en la cosecha manual, las pérdidas fueron de solo 20.80 kg/ha, y en la cosecha mecanizada, un poco menores, siendo el registro de 17.23 kg/ha.

Para una mejor comprensión, puede observarse el Gráfico 4.2.

Tabla 4. 4. Comparativo de pérdidas solo en pre cosecha para ambos métodos de cosecha

| PARCELA | COSECHA MANUAL | COSECHA MECANIZADA |
|-----------|------------------------|------------------------|
| | PRE COSECHA (kg/ha) | PRE COSECHA (kg/ha) |
| 1 | 15.83 | 16.40 |
| 2 | 16.37 | 16.21 |
| 3 | 35.34 | 17.76 |
| 4 | 15.65 | 18.53 |
| \bar{X} | 20.80 | 17.23 |

Tabla 4. 5. Análisis de varianza de las pérdidas de arroz cáscara (kg/ha) en pre cosecha.

| F. de Variación | G.L | S.C | C.M | Fc. |
|--------------------|-----|----------|---------|-----------------|
| Tratamientos | 1 | 25.4898 | 25.4898 | 0.58 <i>n.s</i> |
| Error Experim. | 6 | 260.4964 | 43.4160 | |
| C.V (%) | | | 34.6 | |

n.s = No significativo

Tabla 4. 6. Prueba de Test de “t” para efecto de la modalidad de cosecha sobre la pérdida de arroz cáscara (kg/ha) en pre cosecha

| OBSERVACIÓN | TIPO COSECHA | |
|-------------|----------------|----------------|
| | MANUAL | MECANIZADA |
| 1 | 15.83 | 16.40 |
| 2 | 16.37 | 16.21 |
| 3 | 35.34 | 17.76 |
| 4 | 15.65 | 18.54 |
| Σ | 83.19 | 68.91 |
| \bar{X} | 20.80 a | 17.23 a |

Nota: Tratamientos que tienen la misma letra son iguales estadísticamente, en caso contrario son diferentes.

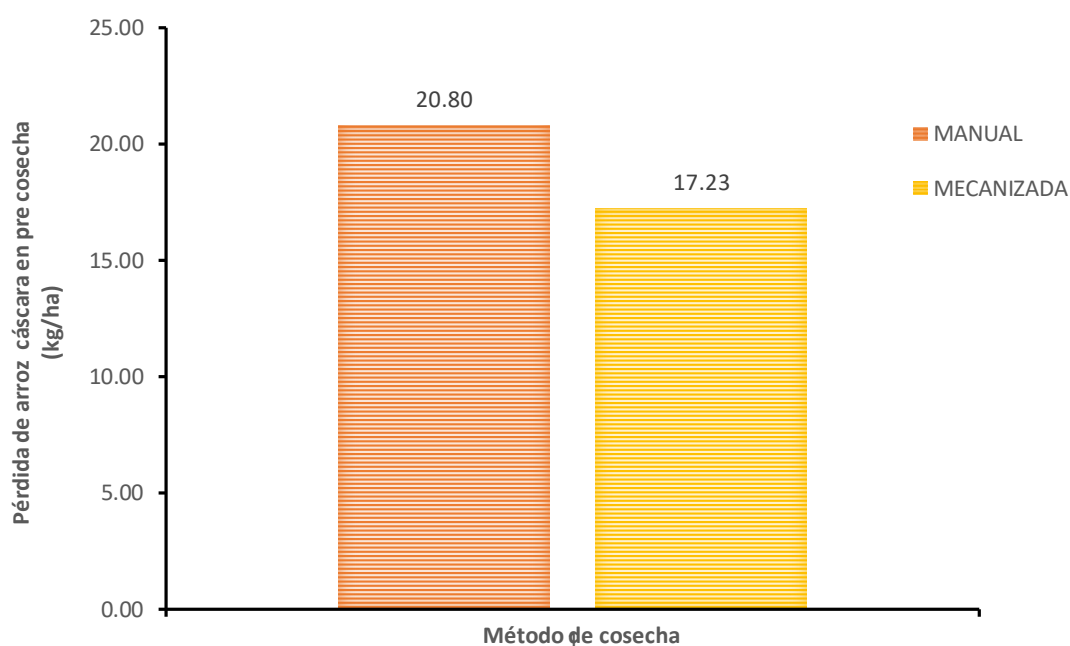


Gráfico 4. 2. Pérdidas de arroz cáscara (kg/ha) en pre cosecha

4.1.3. Pérdidas de arroz cáscara (kg/ha) en cosecha

La Tabla 4.7 muestra un comparativo de los valores de pérdida en la cosecha (incluye las 3 operaciones: siega, trilla y limpieza), tanto de forma manual como mecanizada.

Cuando se realizó el Análisis de Varianza respectivo (Tabla 4.8) se encontró que existen diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre los métodos de cosecha estudiados, respecto a las pérdidas de arroz cáscara en las labores de cosecha.

El coeficiente de variación registro un valor de 14.0%, que es un valor bajo, lo que otorga confiabilidad a la información reportada.

Tabla 4. 7. Comparativo de pérdidas solo en cosecha para ambos métodos de cosecha

| PARCELA | COSECHA MANUAL | COSECHA MECANIZADA |
|-----------|--------------------|-----------------------|
| | COSECHA (kg/ha) | COSECHA (kg/ha) |
| 1 | 145.52 | 85.31 |
| 2 | 144.79 | 79.60 |
| 3 | 178.16 | 93.91 |
| 4 | 129.18 | 107.46 |
| \bar{X} | 149.41 | 91.62 |

Tabla 4. 8. Análisis de varianza de las pérdidas de arroz cáscara (kg/ha) en cosecha

| F. de Variación | G.L | S.C | C.M | Fc. |
|--------------------|-----|-----------|-----------|---------|
| Tratamientos | 1 | 6681.1020 | 6681.1020 | 23.32** |
| Error Experim. | 6 | 1718.4720 | 286.4120 | |
| C.V (%) | | | 14.0 | |

** Significación estadística al nivel 0.01 de probabilidad

Al efectuarse la prueba de “t” correspondiente, se ratificó, lo encontrado previamente en el Análisis de Varianza, es decir que las perdidas reportadas en las labores de cosecha fueron diferentes; encontrándose en la cosecha manual 149 kg/ha y 91 kg/ha en la cosecha mecanizada (Tabla 4.9).

El Gráfico 4.3 nos ratifica lo explicado, en las líneas precedentes.

Tabla 4. 9. Prueba de Test de “t” para efecto de la modalidad de cosecha sobre la pérdida de arroz cáscara (kg/ha) en cosecha

| OBSERVACIÓN | TIPO COSECHA | |
|-------------|-----------------|----------------|
| | MANUAL | MECANIZADA |
| 1 | 145.52 | 85.31 |
| 2 | 144.79 | 79.60 |
| 3 | 178.16 | 93.91 |
| 4 | 129.18 | 107.64 |
| Σ | 597.65 | 366.46 |
| \bar{X} | 149.41 b | 91.62 a |

Nota: Tratamientos que tienen la misma letra son iguales estadísticamente, en caso contrario son diferentes.

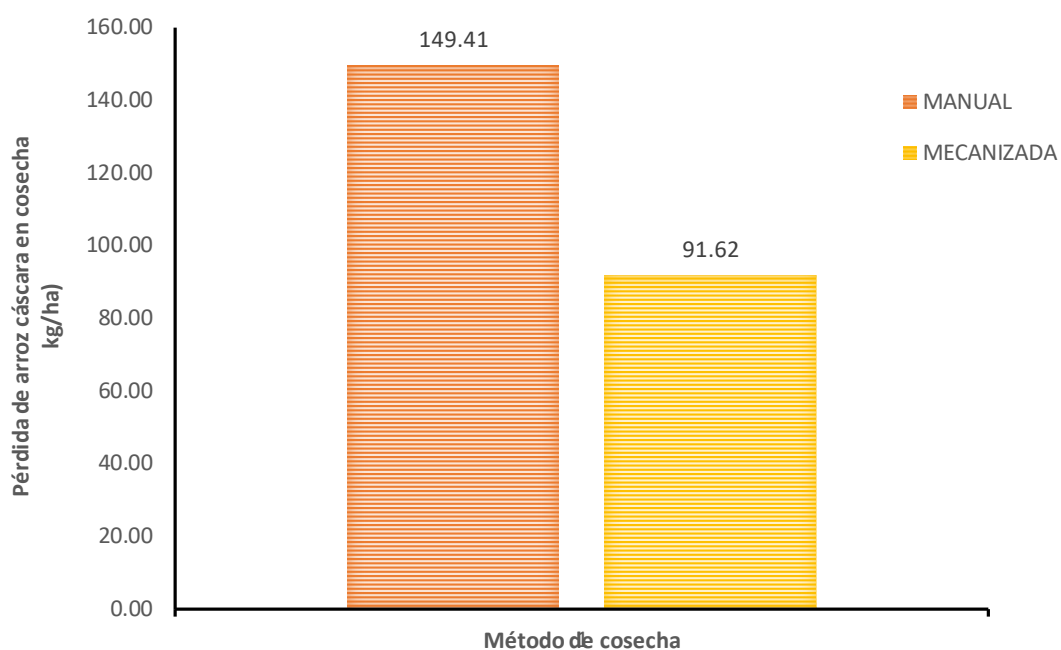


Gráfico 4. 3. Pérdidas de arroz cáscara (kg/ha) en cosecha

4.1.4. Pérdidas de arroz cáscara (kg/ha) totales

La Tabla 4.10 nos permite visualizar y comparar los valores de las pérdidas totales para ambos métodos de cosecha.

Al hacerse el Análisis de Varianza correspondiente, se llegó a determinar nuevamente diferencias altamente significativas (0.01 de probabilidad) entre los dos métodos de cosecha de arroz, sobre las pérdidas totales, registrándose un coeficiente de variación de 16.6%, que para condiciones de campo es bastante aceptable y por lo tanto es el fundamento de la confiabilidad de los resultados encontrados. (Tabla 4.11).

Tabla 4. 10. Pérdidas totales mostradas por parcelas para ambos métodos de cosecha

| MÉTODO DE COSECHA | PARCELA | PRE COSECHA | COSECHA | | | TOTAL DE PÉRDIDA (kg/ha) |
|-------------------|-----------|---------------------|------------------------|-----------------------------|---------------|--------------------------|
| | | PRE COSECHA (kg/ha) | SIEGA (kg/ha) | SECADO (kg/ha) | AZOTE (kg/ha) | |
| MANUAL | 1 | 15.83 | 69.12 | 46.53 | 29.87 | 161.34 |
| | 2 | 16.37 | 60.84 | 47.60 | 36.34 | 161.16 |
| | 3 | 35.34 | 83.77 | 53.97 | 40.43 | 213.50 |
| | 4 | 15.65 | 47.26 | 49.75 | 32.16 | 144.83 |
| | Σ | 83.19 | 260.98 | 197.86 | 138.81 | 680.83 |
| | \bar{X} | 20.80 | 65.25 | 49.46 | 34.70 | 170.21 |
| MECANIZADA | PARCELA | PRE COSECHA (kg/ha) | BARRA DE CORTE (kg/ha) | MECANISMO DE TRILLA (kg/ha) | COLA (kg/ha) | TOTAL DE PÉRDIDA (kg/ha) |
| | 1 | 16.40 | 23.54 | 23.42 | 38.36 | 101.71 |
| | 2 | 16.21 | 19.20 | 26.45 | 33.96 | 95.81 |
| | 3 | 17.76 | 25.36 | 28.55 | 40.00 | 111.67 |
| | 4 | 18.53 | 30.10 | 31.08 | 46.46 | 126.18 |
| | Σ | 68.90 | 98.19 | 109.50 | 158.77 | 435.37 |
| | \bar{X} | 17.23 | 24.55 | 27.37 | 39.69 | 108.84 |

Tabla 4. 11. Análisis de varianza de las pérdidas de arroz cáscara (kg/ha) totales

| F. de Variación | G.L | S.C | C.M | Fc. |
|-----------------|-----|-----------|-----------|---------|
| Tratamientos | 1 | 7531.3260 | 7531.3260 | 14.08** |
| Error Experim. | 6 | 3208.0140 | 534.6690 | |
| C.V (%) | | | 16.6 | |

** Significación estadística al nivel 0.01 de probabilidad

Cuando se ejecutó la prueba estadística de “t”, prácticamente se ratificó lo mostrado por el Análisis de Varianza, encontrado que las pérdidas totales de arroz cáscara utilizando la cosecha manual fueron de 170.21 kg/ha, mientras que cuando se efectuó la cosecha con combinada, estas pérdidas se reducen y solo cuantifican 108.84 kg/ha, lo que hace una diferencia entre ellas de aproximadamente 61 kg/ha, lo cual representa un 30% menos que el valor primero. (Tabla 4.12).

El Gráfico 4.4 nos clarifica mejor lo explicado en líneas anteriores.

Tabla 4. 12. Prueba de Test de “t” para efecto de la modalidad de cosecha sobre la pérdida de arroz cáscara (kg/ha) totales

| OBSERVACIÓN | TIPO COSECHA | |
|-------------|-----------------|-----------------|
| | MANUAL | MECANIZADA |
| 1 | 161.34 | 101.71 |
| 2 | 161.16 | 95.81 |
| 3 | 213.50 | 111.67 |
| 4 | 144.83 | 126.18 |
| Σ | 680.83 | 435.37 |
| \bar{X} | 170.21 b | 108.84 a |

Nota: Tratamientos que tienen la misma letra son iguales estadísticamente, en caso contrario son diferentes.

Estas respuestas no son otra cosa que consecuencia de la sumatoria de las pérdidas tanto en pre cosecha como en cosecha, siendo mucho mayores en la segunda, representando en promedio el 86% y un escaso 14% en la primera (pre cosecha).

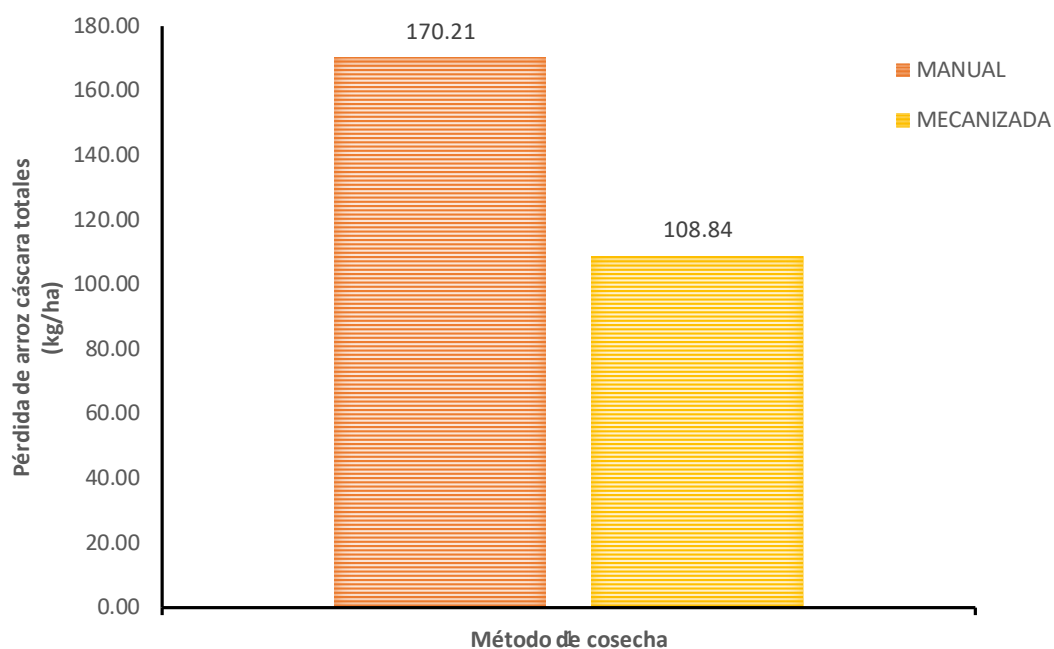


Gráfico 4. 4. Pérdidas de arroz cáscara (kg/ha) totales

4.1.5. Porcentajes de pérdidas de arroz cáscara en la cosecha manual

La Tabla 4.13 nos permite visualizar las pérdidas de arroz, expresadas en porcentajes, tomando como base el rendimiento total obtenido y también en base al arroz cáscara total perdido.

En la cosecha manual, el mayor porcentaje de pérdidas ocurrió en la operación de siega (2.63 %), mayormente debido a que el agricultor, la hoz que utiliza no son las más adecuadas o porque ellas se encuentran en “mal estado”, de tal manera que esta labor no es una verdadera siega, sino más bien es un golpe fuerte que origina que una buena cantidad de grano de arroz se desgranen fácilmente y que no se puedan recuperar posteriormente.

Le siguen en segundo orden, las pérdidas en la operación de secado (1.99 %) porque muchas veces las “gavillas” o “paquetes”, permanecen más del tiempo recomendado en el suelo, expuestas al fuerte sol o a las pisadas involuntarias de personas o animales que transitan por los campos de arroz.

Más del 80 % de las pérdidas totales ocurren en la siega, en el secado y en el azote.

Si el análisis se realiza en base al segundo criterio, el patrón de respuesta es el mismo, al explicado en los párrafos anteriores. Los Gráficos 4.5 y 4.6 nos ratifican lo ya mencionado.

Tabla 4. 13. Porcentaje de pérdidas de arroz cáscara en la cosecha manual

| UNIDAD | PRE COSECHA | COSECHA | | | PERDIDA TOTAL | RDTO |
|--------------|----------------|---------|--------|--------|------------------|---------|
| | | SIEGA | SECADO | AZOTE | | |
| kg/ha | 20.797 | 65.246 | 49.464 | 34.701 | 170.209 | 2485.42 |
| * | 12.22 | 38.33 | 29.06 | 20.39 | - | - |
| % | 0.84 | 2.63 | 1.99 | 1.40 | 6.85 | - |

* Porcentaje respecto a la pérdida total

% Porcentaje respecto al rendimiento

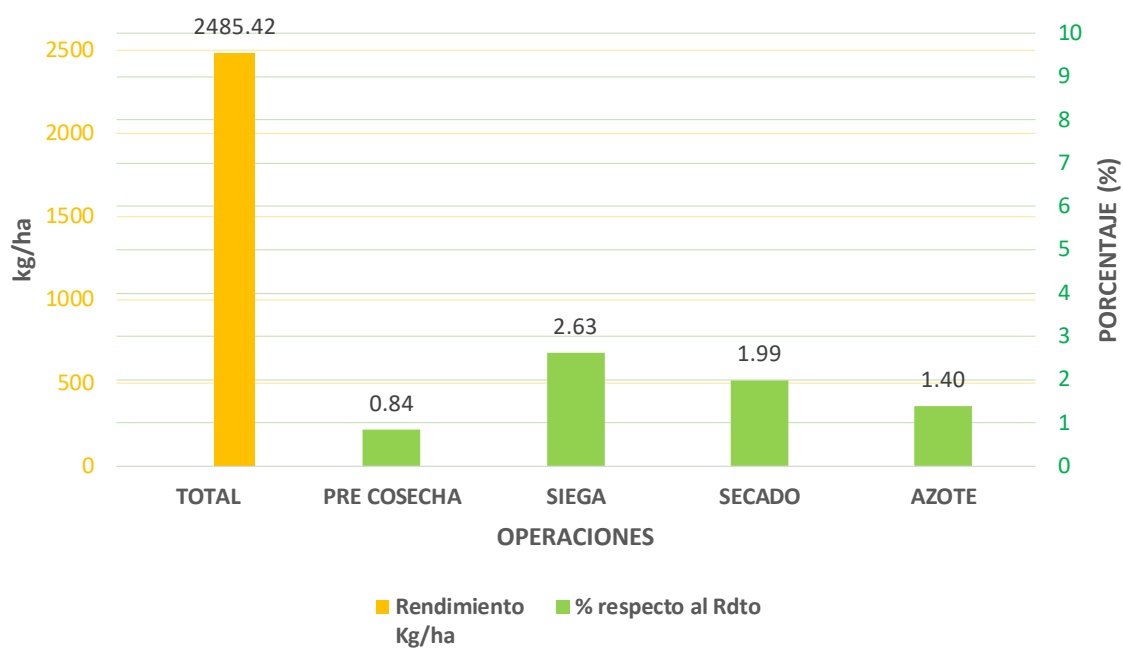


Gráfico 4. 5. Porcentajes de pérdida de arroz cáscara respecto al rendimiento neto

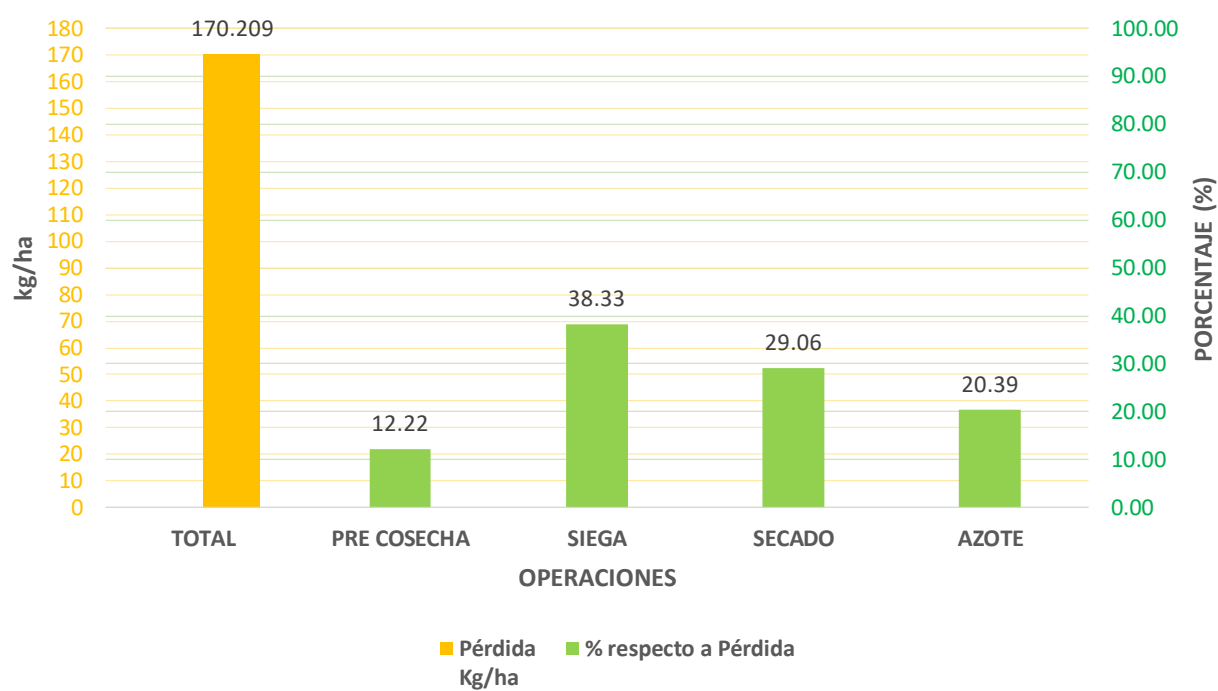


Gráfico 4. 6. Porcentajes de pérdida de arroz cáscara respecto a la pérdida total

4.1.6. Porcentajes de pérdidas de arroz cáscara en la cosecha mecanizada

El detalle de las pérdidas ocurridas en este sistema de cosecha aparece en la Tabla 4.14, y siguiendo los mismos criterios expuestos en la modalidad de cosecha manual, podemos deducir lo siguiente:

En este caso el mayor porcentaje ocurre al expulsar el material, esto posiblemente sea un desajuste o al desgaste de piezas, acumulándose una buena cantidad de grano sin limpiar que finalmente es expulsado en la “cola” (0.61 %) respecto al rendimiento total; siguiéndole en segundo orden las pérdidas ocurridas en el mecanismo de trilla (0.42 %).

Si estas pérdidas las sumáramos con las ocurridas en la barra de corte, representan aproximadamente el 85 % de las pérdidas totales, ocurriendo un 15.83% en la etapa de pre cosecha.

Se demostró que las pérdidas ocurridas en la modalidad de cosecha manual (6.86 %) fueron mucho mayores a las presentadas en la cosecha mecanizada (1.68 %), siendo prácticamente cuatro veces más en el primer caso respecto al segundo. Ver Gráficos 4.7 y 4.8.

Tabla 4. 14. Porcentaje de pérdidas de arroz cáscara en la cosecha mecanizada

| UNIDAD | PRE COSECHA | COSECHA | | | PÉRDIDA TOTAL | RDTO |
|--------|----------------|-------------------|----------------|--------|------------------|----------|
| | | BARRA DE CORTE | MEC. TRILLA | COLA | | |
| kg/ha | 17.225 | 24.549 | 27.374 | 39.693 | 108.841 | 6485.773 |
| * | 15.83 | 22.55 | 25.15 | 36.47 | - | - |
| % | 0.27 | 0.38 | 0.42 | 0.61 | 1.68 | - |

* Porcentaje respecto a la pérdida total

% Porcentaje respecto al rendimiento

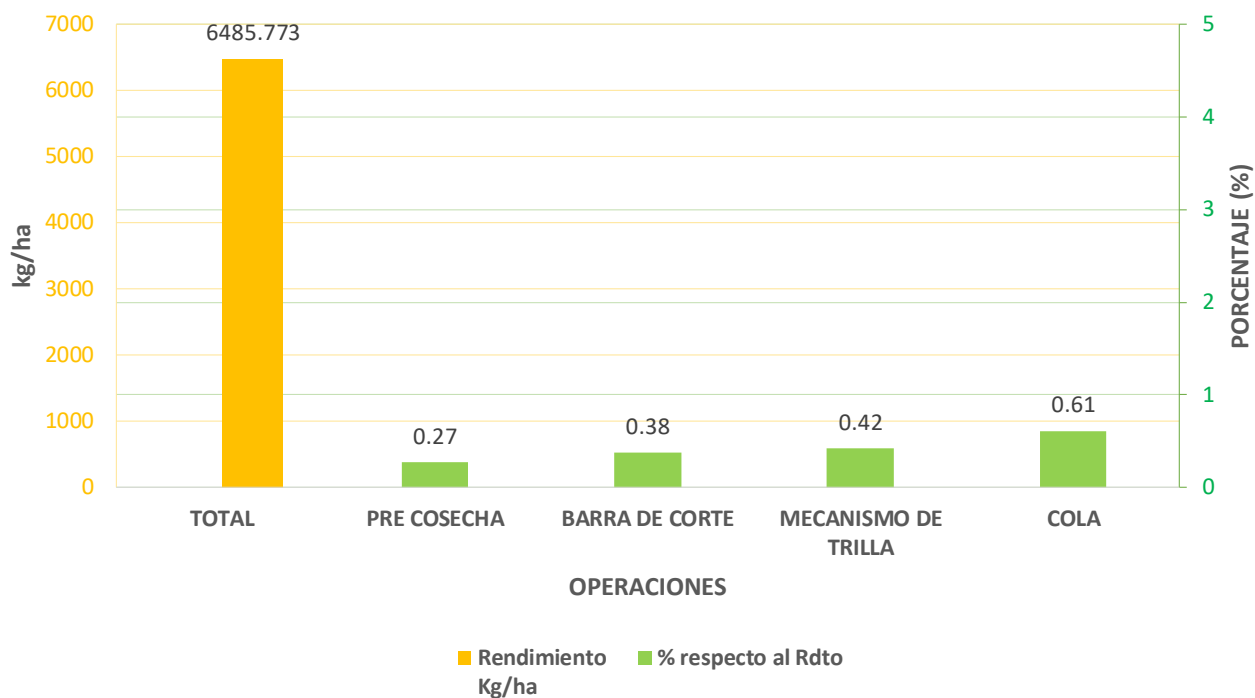


Gráfico 4. 7. Porcentajes de pérdida de arroz cáscara respecto al rendimiento neto

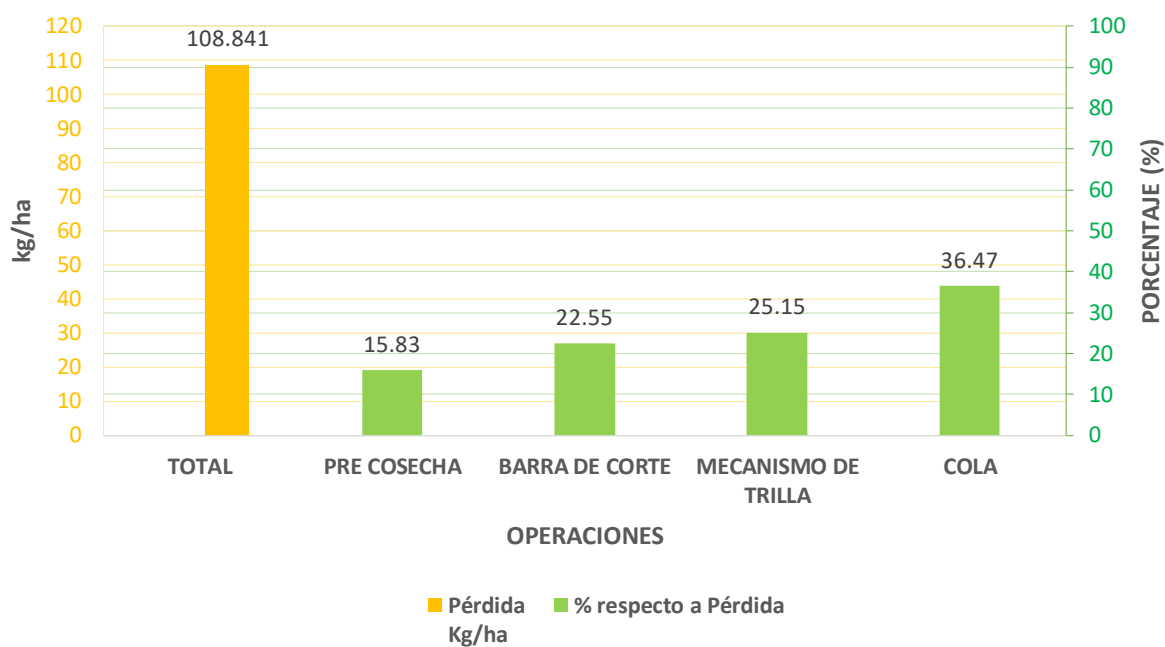


Gráfico 4. 8. Porcentajes de pérdida de arroz cáscara respecto a la pérdida total

4.1.7. Costos operativos

Considerando que el factor económico es importante y que tiene que ir de la mano con la mejor alternativa de cosecha en cuanto al rendimiento, se consideraron los gastos realizados para la cosecha de ambos métodos:

Cosecha manual

Para este método en particular se pagó en función al peso, cuyo valor se acordó en campo con los operarios, después de visualizar el cultivo; llegando a un precio fijo de S/. 15.00 por cada 50 kg cosechados de arroz cáscara; obteniendo lo siguiente:

Lo que se pagó por las 04 pozas cosechadas:

$$1,076.75 \text{ Kg} \times \frac{\text{S/}. 15.00}{50 \text{ Kg}} = \text{S/}. 323.025$$

Lo proyectado a 1 ha = 10,000 m²:

$$2,485.42 \text{ Kg} \times \frac{\text{S/}. 15.00}{50 \text{ Kg}} = \text{S/}. \mathbf{745.626/Ha}$$

Otra forma en la que se pudo evaluar la mejor alternativa fue de la siguiente manera:

Se procedió a restar los porcentajes de pérdida de cada método de cosecha, y se asumió un rendimiento óptimo de 10 000 kg/ha (para efectos de ejemplificación):

$$6.85\% - 1.68\% = 5.17\% \times 10\,000 \text{ Kg} = 517 \text{ Kg}$$

Para este ejemplo y cálculo referencial se consideró un precio de S/. 1.20 por kilo de arroz cáscara, teniendo como resultado:

$$517 \text{ kg} \times \text{S/}. 1.20 = \text{S/}. 620.40 \text{ en pérdida}$$

El monto de S/620.40 es lo que se perdió por haber cosechado de forma manual. En conclusión, lo que se perdería haciendo manual, sirve para pagar la máquina (S/.400.00/ha). Pues si se decide realizar de forma manual, se perdería S/. 620.40 más lo que se tenga que gastar para realizar las labores de siega y azote.

Concluyendo, a que es rentable y económico cosechar de manera mecanizada.

Cosecha mecanizada

Para la cosecha mecanizada se consideró un solo pago de S/.400.00/ha. Este precio fue a todo costo, incluyendo pago al operador, ayudante, combustible, grasa, aceite y otros gastos.

4.1.8. Tiempo Empleado

Se consideró la duración del trabajo empleado en cada método de cosecha, teniendo como resultados:

Cosecha manual

Los trabajos de cosecha manual, comprendidos desde la siega hasta la recolección del arroz cáscara, tuvieron una duración total de 03 días (2 días para siega y 1 día para azote), con 8 horas de trabajo por día, teniendo el total de 04 operarios, uno por cada parcela de 1000 m². Al término de la cosecha se obtuvo lo siguiente:

Tiempo empleado para la siega y azote de las 04 (1 000 m² c/u) parcelas cosechadas:

$$4 \text{ operarios} \times \frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ operario}} \times 3 \text{ días} = 96 \text{ horas}$$

Lo proyectado a 1 ha = 10,000 m²:

$$\frac{96 \text{ horas}}{x} \rightarrow \frac{4\,000 \text{ m}^2}{10\,000 \text{ m}^2} = x = \mathbf{240 \text{ horas/ha}}$$

Cosecha mecanizada

Respecto a la cosecha mecanizada, para determinar la velocidad de avance de la máquina se realizó la medición del tiempo en un determinado espacio (largo de cada parcela experimental), basándose en el principio de $V=e/t$, obteniendo así la siguiente Tabla 4.15.

Tabla 4. 15. Medición del tiempo y espacio recorrido (40 m)

| | ESPACIO (metros) | TIEMPO (segundos) |
|------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Parcela 1 | 40 | 75 |
| Parcela 2 | 40 | 78 |
| Parcela 3 | 40 | 74 |
| Parcela 4 | 40 | 77 |
| Promedio | 40 | 76 |
| Velocidad (m/seg) | | 0.53 |
| Velocidad (m/hora) | | 1908 |
| Velocidad (Km/hora) | | 1.9 |

De los resultados anteriores, obteniendo la velocidad promedio se procede a calcular, en primer lugar, la capacidad horaria y posteriormente el tiempo operativo de la combinada. Ambas fórmulas según Frank (1977).

$$Capacidad\ Horaria = \frac{Ancho\ de\ corte(m) \times Velocidad(m/hora)}{Área\ (m^2)}$$

$$Capacidad\ Horaria = \frac{2.3\ m \times 1908\ m/hora}{10\ 000\ m^2} = 0.43884 \equiv 0.4\ ha/hora$$

$$Capacidad\ Horaria \equiv \frac{0.4\ ha}{hora} \times \frac{8\ horas}{día} = 3.2\ ha/día$$

Después de haber determinado la capacidad horaria, se procede a calcular el tiempo operativo utilizando la siguiente formula:

$$Tiempo\ Operativo = \frac{1}{Capacidad\ horaria}$$

$$Tiempo\ Operativo = \frac{1}{0.4} = 2.5\ hora/hectarea$$

4.2. Discusión

Los resultados obtenidos en la evaluación de pérdidas de pre cosecha mediante el método mecanizado representan un 15.83% respecto a la pérdida total (108.841 kg/ha), al comparar estos resultados con lo dicho por Da Silva et al (1983), la pérdida por desgrane natural fue de 4% del promedio de pérdida (238 kg/ha), se encontró que el presente estudio muestra menor pérdida en cantidad (kg/ha), pero mayor porcentaje respecto a la pérdida total, concluyendo que, en la zona del Bajo Piura, la pérdida por desgrane natural es mayor en comparación a la del estudio en Brasil, al menos en la campaña chica 2016.

Los resultados encontrados en la evaluación de pérdidas posteriores a la cosecha coinciden con lo reportado por algunos autores, quienes señalan que generalmente las mayores pérdidas ocurren en la cosecha manual, específicamente en la operación de siega, debido al corte o arrancado brusco de las gavillas, coincidiendo de esta manera con López (1982). Sin embargo, respecto a la cosecha mecanizada, se difiere con lo que señala Aguilera (1982), quien reporta apenas 13.11 kg/ha en la operación de limpieza, mientras que, en el presente estudio, para la misma operación se obtuvo 39.69 kg/ha; encontrando finalmente una diferencia considerable.

Asimismo, coincide con lo que la FAO (1980) señala, debido a que las pérdidas de arroz ocurren en la etapa de postcosecha presentando fallas en los métodos de cosecha: trilla, limpieza, secado y otros.

Sin embargo, en el año 1976 Araullo et al manifiestan que las pérdidas en la cosecha mecanizada son mayores que las pérdidas en la cosecha manual, concerniente a la operación de corte. Respecto a la operación de trilla y limpieza Ochoa y Echevarría reportan 69.62 kg/ha (0.98% del rendimiento) y 111.46 kg/ha (1.67% del rendimiento) respectivamente; al comparar estos resultados con los del presente trabajo, la operación de trilla es de 27.37 kg/ha (0.42% del rendimiento) y la de limpieza 39.69 kg/ha (0.61% del rendimiento), lo que muestra coincidencias en la cantidad y porcentajes en las operaciones de trilla y limpieza. Los datos y resultados anteriores se complementan con estudios de autores como Angladette (1967), quien indica que en el sistema de trilla se llega a perder entre 50 a 60 kg/ha; duplicando dicha cantidad las que se encontraron en el presente trabajo. Freistritz (1977),

quien sustenta que las mayores pérdidas en la cosecha se deben al movimiento demasiado rápido de la cosechadora, si así ocurre, el volumen del material cosechado es mayor que la capacidad de separación de las cribas y tamices dando lugar a que por detrás de la máquina salgan granos de arroz junto con la paja.

Posteriormente, para cada método de cosecha se contabilizó la pérdida total, resultando respecto al rendimiento en la forma manual 6.85 % (170.21 kg/ha) y 1.68 % (108.84 kg/ha) en la mecanizada, al comparar el presente estudio con el de Aguilera (1982), las pérdidas son menores, pues dicho autor presentó pérdidas de 8.59% (673.99 kg/ha) en cosecha manual y 18.50% (1,033.84 kg/ha) en cosecha mecanizada. A comparación del estudio de Aguilera (1982), las pérdidas del presente estudio son menores, pues dicho autor presentó pérdidas de 8.59% (673.99 kg/ha) en cosecha manual y 18.50% (1,033.84 kg/ha) en cosecha mecanizada. De esta manera se sustenta que los valores del presente estudio son considerablemente menores a los expuestos por Aguilera.

Respecto a los costos y gastos concernientes a la cosecha y conforme a lo que señala la Junta de Usuarios Chancay Lambayeque (2015), se demostró que la cosecha mecanizada es más económica que la manual. Asimismo, se reitera lo que menciona el centro Internacional de Agricultura Tropical (1976), indicando que las máquinas combinas son más eficientes y económicas.

Finalmente, de acuerdo a lo que señala Heros (2013), que las cosechadoras combinadas pequeñas cosechan entre 1 a 2 ha/día, siendo estos valores aproximados a los de la presente tesis (3.2 ha/día).

CONCLUSIONES

1. Se evaluaron ambos métodos de cosecha, obteniendo como pérdida total en cosecha manual 170.21 kg/ha (6.85%) y 108.84 kg/ha (1.68%) en cosecha mecanizada.
2. Respecto a los costos de cosecha, se comprobó que en la cosecha manual se gastó S/. 745.63/ha y en la mecanizada S/. 400.00/ha, obteniendo una diferencia de S/.345.63/ha.
3. Se determinó que la operación de cosecha manual en la que se produce mayor pérdida es en la “siega” con 65.24 kg/ha (2.63%), y respecto a la cosecha mecanizada es en la “cola” con 39.69 kg/ha (0.61%).

RECOMENDACIONES

1. Implementar el sistema de trasplante mecanizado, con la finalidad de homogenizar las labores del cultivo.
2. Promover e incentivar el uso de cosechadoras combinadas para el cultivo de arroz, en beneficio del productor.
3. Continuar con estudios de investigación sobre la pérdida de grano de arroz cáscara, específicamente aquellas que ocurren en el interior de la cosechadora combinada.
4. Repetir el presente ensayo con otras variedades de arroz u otros cereales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, V. (1982).** *Evaluación de las pérdidas de arroz durante la cosecha manual y mecanizada en el Ecuador*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Estación experimental Boliche-Ecuador.
- Alvarado, A. (2004).** *Maquinaria y Mecanización agrícola*.
- Angladette, A. (1967).** *El arroz*. Editorial Blume. Barcelona-España.
- Augsburger, H. (1992).** *Determinación de pérdidas en la cosecha de granos*. Boletín de divulgación N°18. INIA-Uruguay.
- Araullo, E., De Padua, D. y Graham, M. (1976).** *Rice Postharvest Technology*. International Developmet Research Centre. Ottawa-Canada.
- Bruzzone, C. y Heros, E. (2011).** *Guía técnica curso-taller Manejo integrado en producción y Sanidad de arroz*. Jornada de Capacitación UNALM-AGROBANCO. Lima-Perú.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (1976).** *Informe Anual*. Cali-Colombia.
- Chandler, R. (1979).** *Rice in the tropics*. Boulder, Colorado - Westrie.
- Chaparro, J., Devia, J. y Zea, J. (1984).** *Evaluación de pérdidas de grano en cosecha de arroz con combinada*.
- Cheaney, R. y Lopez, R. (1978).** *Metodos para cosechar el arroz*. Curso de adiestramiento en producción de arroz de secano, mimeografiado. Panamá.
- Da Silva, J., Fonseca, J. y De conto A. (1983).** *Perdas de Graos na Colheita Mecanizada do Arroz*. EMBRAPA, Goiania-Brasil.
- Degiovanni, V., Martinez, C. y Motta, F. (2010).** *Producción Eco-Eficiente del Arroz en America Latina*. Tomo I, capitulos 1-24.
- Efferson, J. (1981).** *Reduzca las pérdidas despues de la Cosecha*. Agricultura de las americas.
- FAO (1980).** *Assesment and colection on prostharvest foodgrain losses*. Roma.
- Fonseca, J. y Da Silva, J. (1990).** *Perdas de grãos na colheita do arroz*. Brasil.
- Frank, R. (1977).** *Costos y administración de la maquinaria agrícola*. Buenos Aires-Argentina.
- Frank, R. (1981).** *Costo operativo de cosechadoras de grano en función del rendimiento del cultivo*.
- Freistritzter, W. (1977).** *Tecnología de la semilla de cereales*. FAO. Roma-Italia.
- Heros, E. (2013).** *Guía técnica Manejo integrado en el cultivo de arroz*.
- Junta de Usuarios Chancay Lambayeque (2015).** *Manual de manejo técnico del cultivo del arroz*.
- López, E. (1982).** *Curso de adiestramiento en producción de arroz*. Segunda edición. Lambayeque-Perú.

- Medina, L. (1989).** *Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz.* Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali-Colombia.
- MINAGRI (2017).** *Boletín Informe del Arroz.* Dirección General de Políticas Agrarias- Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria. Lima- Perú.
- Ochoa, A. y Echevarria, H. (s,f).** *Evaluación de las pérdidas de grano y del comportamiento de las máquinas en la cosecha de arroz Oryza Sativa en el municipio de Paez del estado Portuguesa.* Citado en https://www.researchgate.net/publication/48221025_Evaluacion_de_las_perdidas_de_grano_y_del_comportamiento_de_las_maquinas_en_la_cosecha_de_arroz_Oryza_Sativa_L_en_el_municipio_Paez_del_estado_Portuguesa.
- Pozzolo, O. y Ferrari, H. (2007).** *Arroz Eficiencia de Cosecha y Postcosecha.* Manual técnico N°5. INTA-PRECOP.
- Rimache, M. (2008).** *Cultivo del Arroz.*
- Tascon, E. (1981).** *Madurez, cosecha y trilla de arroz.* Honduras.
- Valdés, J. (1975).** *Arroz.* Instituto Cubano del Libro. La Habana-Cuba.
- Valladolid, B. (2015).** *El arroz en primera línea. Panorama de la superficie agrícola cultivada en la región Piura.* Suplemento SEMANA, diario El Tiempo-15 febrero 2015.
- Vásquez, V. (2010).** *Presente y futuro del arroz: Una mirada desde el productor.* Lima-Perú.

ANEXOS

Anexo 1. Porcentaje de humedad en la cosecha manual.

| Muestra | % Humedad de grano | | | |
|--------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|
| | Parcela 1 | Parcela 2 | Parcela 3 | Parcela 4 |
| 1 | 16.8 | 17.3 | 15.2 | 14.6 |
| 2 | 21.9 | 21.0 | 18.7 | 17.8 |
| 3 | 16.5 | 14.7 | 20.6 | 22.4 |
| 4 | 19.4 | 16.3 | 15.7 | 19.6 |
| 5 | 18.2 | 20.1 | 18.2 | 16.8 |
| 6 | 19.4 | 19.7 | 16.8 | 15.7 |
| 7 | 17.8 | 17.3 | 18.8 | 20.5 |
| 8 | 17.3 | 18.5 | 14.9 | 17.2 |
| 9 | 16.0 | 18.4 | 18.2 | 15.3 |
| 10 | 22.1 | 21.7 | 21.1 | 21.3 |
| Promedio | 18.5 | 18.5 | 17.8 | 18.1 |
| Factor al 14 % | 0.947209 | 0.947674 | 0.955558 | 0.952093 |
| Factor de contorno | 0.971 | | | |

Anexo 2. Pérdidas de arroz cáscara en pre cosecha y siega, en cosecha manual, utilizando el aro de 0.25 m²

| Muestra | Parcela 1 | | Parcela 2 | | Parcela 3 | | Parcela 4 | |
|----------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| | Pérdida Pre Cosecha (gr) | Pérdida en Siega (gr) | Pérdida Pre Cosecha (gr) | Pérdida en Siega (gr) | Pérdida Pre Cosecha (gr) | Pérdida en Siega (gr) | Pérdida Pre Cosecha (gr) | Pérdida en Siega (gr) |
| 1 | 0.2430 | 2.1498 | 0.4281 | 1.1300 | 1.2952 | 3.3651 | 0.1922 | 2.2906 |
| 2 | 0.2627 | 2.3825 | 0.8672 | 2.5010 | 0.7498 | 1.8731 | 0.2136 | 0.5796 |
| 3 | 0.6185 | 0.4336 | 0.3150 | 1.4390 | 0.5839 | 2.3780 | 0.5731 | 1.2861 |
| 4 | 0.5199 | 1.3343 | 0.7723 | 3.1530 | 1.3250 | 3.2061 | 0.1580 | 2.1343 |
| 5 | 0.8093 | 2.1133 | 0.5201 | 1.3245 | 0.1722 | 1.3842 | 1.1246 | 1.4092 |
| 6 | 0.6112 | 2.2137 | 0.3553 | 1.5232 | 2.1361 | 1.3276 | 0.3247 | 1.0358 |
| 7 | 0.2387 | 1.3387 | 0.4322 | 3.0510 | 1.1519 | 1.3379 | 0.6631 | 2.3173 |
| 8 | 0.4813 | 1.4093 | 0.3000 | 0.2470 | 1.1300 | 2.6075 | 0.6928 | 0.3420 |
| 9 | 0.1774 | 2.0603 | 0.2711 | 1.2890 | 0.4763 | 1.6721 | 0.1746 | 0.2976 |
| 10 | 0.3399 | 3.3513 | 0.1870 | 0.8721 | 0.5001 | 3.4187 | 0.1158 | 1.0880 |
| Total | 4.302 | 18.787 | 4.448 | 16.530 | 9.521 | 22.570 | 4.233 | 12.780 |
| Promedio | 0.4302 | 1.8787 | 0.4448 | 1.6530 | 0.9521 | 2.2570 | 0.4233 | 1.2780 |

Anexo 3. Pérdidas de arroz cáscara en cosecha manual, separadas por las 4 operaciones evaluadas, ajustado a ambos factores.

Pérdida en Cosecha Manual

| Parcela | Pre cosecha kg/1000m ² | Ajustado kg/ha | Siega kg/1000m ² | Ajustado kg/ha | Secado kg/1000m ² | Ajustado kg/ha | Azote kg/1000m ² | Ajustado kg/ha |
|---------|--------------------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|
| 1 | 1.7208 | 15.827 | 7.5147 | 69.116 | 5.0593 | 46.532 | 3.2476 | 29.869 |
| 2 | 1.7793 | 16.373 | 6.6119 | 60.842 | 5.1732 | 47.603 | 3.9496 | 36.344 |
| 3 | 3.8085 | 35.337 | 9.0281 | 83.767 | 5.8163 | 53.966 | 4.3573 | 40.429 |
| 4 | 1.6930 | 15.651 | 5.1118 | 47.258 | 5.3819 | 49.755 | 3.4790 | 32.163 |

Anexo 4. Pérdidas totales de arroz cáscara en la cosecha manual.

| PARCELA | PRE | COSECHA | | | TOTAL |
|-----------|--------------------|------------------|-------------------|------------------|--------------------------|
| | COSECHA (kg/ha) | SIEGA (kg/ha) | SECADO (kg/ha) | AZOTE (kg/ha) | DE PÉRDIDA (kg/ha) |
| 1 | 15.827 | 69.116 | 46.532 | 29.869 | 161.344 |
| 2 | 16.373 | 60.842 | 47.603 | 36.344 | 161.163 |
| 3 | 35.337 | 83.767 | 53.966 | 40.429 | 213.500 |
| 4 | 15.651 | 47.258 | 49.755 | 32.163 | 144.827 |
| Σ | 83.188 | 260.983 | 197.857 | 138.805 | 680.834 |
| \bar{X} | 20.797 | 65.246 | 49.464 | 34.701 | 170.208 |

Anexo 5. Rendimiento neto de arroz cáscara, valores ajustados al factor de 14 % de humedad.

Rendimiento en Cosecha Manual

| N ^a Sacos | Parcela 1 kg/1000m ² | Ajustado kg/1000m ² | Parcela 2 kg/1000m ² | Ajustado kg/1000m ² | Parcela 3 kg/1000m ² | Ajustado kg/1000m ² | Parcela 4 kg/1000m ² | Ajustado kg/1000m ² |
|-------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 45.00 | 42.6244 | 46.10 | 43.6878 | 58.65 | 56.0435 | 44.35 | 42.2253 |
| 2 | 41.15 | 38.9777 | 52.45 | 49.7055 | 47.95 | 45.8190 | 48.15 | 45.8433 |
| 3 | 40.10 | 37.9831 | 42.20 | 39.9919 | 45.15 | 43.1435 | 52.40 | 49.8897 |
| 4 | 44.05 | 41.7246 | 47.35 | 44.8724 | 41.05 | 39.2257 | 46.65 | 44.4151 |
| 5 | 50.70 | 48.0235 | 44.40 | 42.0767 | 50.80 | 48.5424 | 52.80 | 50.2705 |
| 6 | 43.35 | 41.0615 | (-) | (-) | 48.25 | 46.1057 | 43.70 | 41.6065 |
| Total | 264.35 | 250.3948 | 232.50 | 220.3343 | 291.85 | 278.8796 | 288.05 | 274.2504 |

Anexo 6. Promedio del rendimiento neto cosechado de arroz cáscara en cosecha manual, ajustado al factor de contorno.

| PARCELA | COSECHADO (kg/1000m ²) | COSECHADO AJUSTADO (kg/ha) |
|-----------|---------------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 250.3948 | 2431.33 |
| 2 | 220.3343 | 2139.45 |
| 3 | 278.8796 | 2707.92 |
| 4 | 274.2504 | 2662.97 |
| Σ | 1023.8591 | 9941.67 |
| \bar{X} | 255.9648 | 2485.42 |

Anexo 7. Rendimiento bruto (total de pérdidas más cosechado neto) de arroz cáscara en cosecha manual.

| PARCELA | TOTAL DE PÉRDIDA (kg/ha) | COSECHADO NETO (kg/ha) | TOTAL BRUTO (kg/ha) |
|-----------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 1 | 161.344 | 2431.33 | 2592.674 |
| 2 | 161.163 | 2139.45 | 2300.613 |
| 3 | 213.500 | 2707.92 | 2921.42 |
| 4 | 144.827 | 2662.97 | 2807.797 |
| \bar{X} | 170.208 | 2485.42 | 2655.626 |

Anexo 8. Porcentaje de humedad en la cosecha mecanizada.

| Muestra | % Humedad de grano | | | |
|--------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|
| | Parcela 1 | Parcela 2 | Parcela 3 | Parcela 4 |
| 1 | 19.6 | 18.9 | 20.6 | 18.4 |
| 2 | 18.4 | 15.5 | 18.7 | 22.0 |
| 3 | 19.6 | 16.8 | 16.3 | 17.3 |
| 4 | 18.3 | 18.5 | 22.8 | 16.5 |
| 5 | 15.4 | 16.4 | 18.4 | 18.7 |
| 6 | 16.1 | 20.8 | 21.5 | 16.7 |
| 7 | 17.6 | 15.9 | 16.2 | 21.0 |
| 8 | 21.3 | 20.2 | 17.9 | 19.8 |
| 9 | 18.9 | 18.3 | 19.8 | 20.4 |
| 10 | 16.3 | 17.4 | 17.2 | 22.6 |
| Promedio | 18.2 | 17.9 | 18.9 | 19.3 |
| Factor al 14 % | 0.951686 | 0.955000 | 0.942558 | 0.937907 |
| Factor de contorno | 0.971 | | | |

Anexo 9. Pérdidas de arroz cáscara en pre cosecha y barra de corte, en cosecha mecanizada, utilizando el aro de 0.25 m²

| Muestra | Parcela 1 | | Parcela 2 | | Parcela 3 | | Parcela 4 | |
|----------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| | Pérdida Pre Cosecha (gr) | Pérdida en barra de corte (gr) | Pérdida Pre Cosecha (gr) | Pérdida en barra de corte (gr) | Pérdida Pre Cosecha (gr) | Pérdida en barra de corte (gr) | Pérdida Pre Cosecha (gr) | Pérdida en barra de corte (gr) |
| 1 | 0.2163 | 1.0094 | 0.1052 | 0.3542 | 0.2841 | 0.5329 | 0.3445 | 1.5231 |
| 2 | 0.5039 | 0.5683 | 0.6992 | 0.8631 | 0.5245 | 0.8217 | 0.5539 | 0.4859 |
| 3 | 0.1646 | 1.1408 | 0.7354 | 0.1926 | 0.8775 | 0.1876 | 0.6320 | 1.2833 |
| 4 | 0.9532 | 0.3393 | 0.5845 | 0.7312 | 0.2349 | 0.3568 | 0.4821 | 0.8310 |
| 5 | 0.4118 | 0.5386 | 0.1410 | 1.4719 | 0.8160 | 0.5842 | 0.1932 | 0.4389 |
| 6 | 0.3290 | 1.0429 | 0.4324 | 0.5831 | 0.1837 | 0.4828 | 0.4022 | 0.5841 |
| 7 | 0.3521 | 0.7297 | 0.8879 | 0.3401 | 0.9323 | 1.1992 | 0.5127 | 0.8430 |
| 8 | 0.1330 | 0.3292 | 0.1845 | 0.2534 | 0.3782 | 0.6225 | 0.1835 | 0.3982 |
| 9 | 0.6843 | 0.2148 | 0.3736 | 0.1781 | 0.4372 | 0.7612 | 0.9872 | 1.3704 |
| 10 | 0.6888 | 0.4847 | 0.2253 | 0.2478 | 0.1826 | 1.2839 | 0.7967 | 0.3821 |
| Total | 4.437 | 6.397 | 4.369 | 5.215 | 4.851 | 6.8333 | 5.088 | 8.140 |
| Promedio | 0.4437 | 0.6397 | 0.4369 | 0.5215 | 0.4851 | 0.6833 | 0.5088 | 0.8140 |

Anexo 10. Pérdidas de arroz cáscara en cosecha mecanizada, separadas por las 4 operaciones evaluadas, ajustado a ambos factores.

Pérdida en Cosecha Mecanizada

| Parcela | Pre cosecha kg/1000m ² | Ajustado kg/ha | Barra de corte kg/1000m ² | Ajustado kg/ha | Mecanismo de trilla kg/23m ² | Ajustado kg/ha | Cola kg/23m ² | Ajustado kg/ha |
|---------|--------------------------------------|-------------------|---|-------------------|--|-------------------|-----------------------------|-------------------|
| 1 | 1.7748 | 16.401 | 2.5591 | 23.537 | 0.05828 | 23.416 | 0.0955 | 38.357 |
| 2 | 1.7476 | 16.206 | 2.0862 | 19.197 | 0.06560 | 26.450 | 0.0842 | 33.958 |
| 3 | 1.9404 | 17.759 | 2.7331 | 25.359 | 0.07176 | 28.555 | 0.1005 | 39.997 |
| 4 | 2.0352 | 18.535 | 3.2560 | 30.101 | 0.07849 | 31.078 | 0.1173 | 46.462 |

Anexo 11. Pérdidas totales de arroz cáscara en la cosecha mecanizada.

| PARCELA | PRE COSECHA (kg/ha) | COSECHA | | | TOTAL DE PÉRDIDA (kg/ha) |
|-----------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------------------------|
| | | BARRA DE CORTE (kg/ha) | MECANISMO DE TRILLA (kg/ha) | COLA (kg/ha) | |
| 1 | 16.401 | 23.537 | 23.416 | 38.357 | 101.711 |
| 2 | 16.206 | 19.197 | 26.450 | 33.958 | 95.810 |
| 3 | 17.759 | 25.359 | 28.555 | 39.997 | 111.670 |
| 4 | 18.535 | 30.101 | 31.078 | 46.462 | 126.176 |
| Σ | 68.900 | 98.194 | 109.499 | 158.775 | 435.368 |
| \bar{X} | 17.225 | 24.549 | 27.375 | 39.694 | 108.842 |

Anexo 12. Rendimiento neto de arroz cáscara, valores ajustados al factor de 14 % de humedad.

Rendimiento en Cosecha Mecanizada

| N ^a Sacos | Parcela 1 kg/1000m ² | Ajustado kg/1000m ² | Parcela 2 kg/1000m ² | Ajustado kg/1000m ² | Parcela 3 kg/1000m ² | Ajustado kg/1000m ² | Parcela 4 kg/1000m ² | Ajustado kg/1000m ² |
|-------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 58.75 | 55.9116 | 57.05 | 54.4828 | 55.70 | 52.5005 | 47.85 | 44.8788 |
| 2 | 62.65 | 59.6231 | 55.35 | 52.8593 | 53.80 | 50.7096 | 50.50 | 47.3643 |
| 3 | 62.08 | 59.0807 | 65.20 | 62.2660 | 57.25 | 53.9615 | 53.75 | 50.4125 |
| 4 | 68.20 | 64.9050 | 50.05 | 47.7978 | 52.95 | 49.9085 | 55.75 | 52.2883 |
| 5 | 56.55 | 53.8178 | 58.80 | 56.1540 | 58.10 | 54.7626 | 50.40 | 47.2705 |
| 6 | 63.65 | 60.5748 | 61.00 | 58.2550 | 46.55 | 43.8761 | 57.00 | 53.4607 |
| 7 | 55.55 | 52.8662 | 65.45 | 62.5048 | 49.50 | 46.6566 | 55.40 | 51.9600 |
| 8 | 59.90 | 57.0060 | 56.15 | 53.6233 | 53.65 | 50.5682 | 40.05 | 37.5632 |
| 9 | 63.25 | 60.1941 | 55.05 | 52.5728 | 63.15 | 59.5225 | (-) | (-) |
| 10 | 62.50 | 59.4804 | 57.30 | 54.7215 | 52.05 | 49.0602 | (-) | (-) |
| 11 | 56.45 | 53.7227 | 54.80 | 52.3340 | (-) | (-) | (-) | (-) |
| 12 | 47.00 | 44.7292 | 53.90 | 51.4745 | (-) | (-) | (-) | (-) |
| 13 | 60.25 | 57.3391 | 50.45 | 48.1798 | (-) | (-) | (-) | (-) |
| 14 | 57.55 | 54.7695 | 56.45 | 53.9098 | (-) | (-) | (-) | (-) |
| 15 | 65.55 | 62.3830 | 58.25 | 55.6288 | (-) | (-) | (-) | (-) |
| 16 | (-) | (-) | 58.05 | 55.4378 | (-) | (-) | (-) | (-) |
| 17 | (-) | (-) | 48.65 | 46.4608 | (-) | (-) | (-) | (-) |
| Total | 899.88 | 856.4032 | 961.95 | 918.6623 | 542.70 | 511.5263 | 410.70 | 385.1984 |

Anexo 13. Promedio del rendimiento neto cosechado de arroz cáscara en cosecha mecanizada, ajustado al factor de contorno.

| PARCELA | COSECHADO (kg/1000m ²) | COSECHADO AJUSTADO (kg/ha) |
|-----------|---------------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 856.4032 | 8315.68 |
| 2 | 918.6623 | 8920.21 |
| 3 | 511.5263 | 4966.92 |
| 4 | 385.1984 | 3740.28 |
| Σ | 2671.7902 | 25943.08 |
| \bar{X} | 667.9475 | 6485.77 |

Anexo 14. Rendimiento bruto (total de pérdidas más cosechado neto) de arroz cáscara en cosecha mecanizada.

| PARCELA | TOTAL DE PÉRDIDA (kg/ha) | COSECHADO NETO (kg/ha) | TOTAL BRUTO (kg/ha) |
|-----------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 1 | 101.711 | 8315.68 | 8417.391 |
| 2 | 95.810 | 8920.21 | 9016.02 |
| 3 | 111.670 | 4966.92 | 5078.59 |
| 4 | 126.176 | 3740.28 | 3866.456 |
| \bar{X} | 108.842 | 6485.77 | 6594.612 |

Anexo 15. Guía para determinar rápidamente posibles ganancias reduciendo las pérdidas

| RENDIMIENTO DEL CULTIVO (kg/ha) | PORCENTAJES DE PÉRDIDAS (%) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|------|------|------|------|------|-------------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------------|-----|
| | 1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.68 | 1.7 | 1.8 | 1.9 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 6.9 | 7 |
| 2,000.00 | 20 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 | 33.6 | 34 | 36 | 38 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 137 | 140 |
| 2,485.42 | 24.85 | 29.8 | 32.3 | 34.8 | 37.3 | 39.8 | 41.8 | 42.3 | 44.7 | 47.2 | 49.7 | 74.6 | 99.4 | 124 | 149 | 170 | 174 |
| 2,500.00 | 25 | 30 | 32.5 | 35 | 37.5 | 40 | 42 | 42.5 | 45 | 47.5 | 50 | 75 | 100 | 125 | 150 | 171 | 175 |
| 3,500.00 | 35 | 42 | 45.5 | 49 | 52.5 | 56 | 58.8 | 59.5 | 63 | 66.5 | 70 | 105 | 140 | 175 | 210 | 240 | 245 |
| 4,000.00 | 40 | 48 | 52 | 56 | 60 | 64 | 67.2 | 68 | 72 | 76 | 80 | 120 | 160 | 200 | 240 | 274 | 280 |
| 4,500.00 | 45 | 54 | 58.5 | 63 | 67.5 | 72 | 75.6 | 76.5 | 81 | 85.5 | 90 | 135 | 180 | 225 | 270 | 308 | 315 |
| 5,000.00 | 50 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 84 | 85 | 90 | 95 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 343 | 350 |
| 5,500.00 | 55 | 66 | 71.5 | 77 | 82.5 | 88 | 92.4 | 93.5 | 99 | 105 | 110 | 165 | 220 | 275 | 330 | 377 | 385 |
| 6,000.00 | 60 | 72 | 78 | 84 | 90 | 96 | 101 | 102 | 108 | 114 | 120 | 180 | 240 | 300 | 360 | 411 | 420 |
| 6,485.773 | 64.86 | 77.8 | 84.3 | 90.8 | 97.3 | 104 | 109 | 110 | 117 | 123 | 130 | 195 | 259 | 324 | 389 | 444 | 454 |
| 6,500.00 | 65 | 78 | 84.5 | 91 | 97.5 | 104 | 109 | 111 | 117 | 124 | 130 | 195 | 260 | 325 | 390 | 445 | 455 |
| 7,000.00 | 70 | 84 | 91 | 98 | 105 | 112 | 118 | 119 | 126 | 133 | 140 | 210 | 280 | 350 | 420 | 480 | 490 |
| 7,500.00 | 75 | 90 | 97.5 | 105 | 113 | 120 | 126 | 128 | 135 | 143 | 150 | 225 | 300 | 375 | 450 | 514 | 525 |
| 8,000.00 | 80 | 96 | 104 | 112 | 120 | 128 | 134 | 136 | 144 | 152 | 160 | 240 | 320 | 400 | 480 | 548 | 560 |
| 8,500.00 | 85 | 102 | 111 | 119 | 128 | 136 | 143 | 145 | 153 | 162 | 170 | 255 | 340 | 425 | 510 | 582 | 595 |
| 9,000.00 | 90 | 108 | 117 | 126 | 135 | 144 | 151 | 153 | 162 | 171 | 180 | 270 | 360 | 450 | 540 | 617 | 630 |

Anexo 16. Costo de producción por hectárea

| RUBRO | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR UNITARIO (S/) | COSTO TOTAL |
|--|----------|----------|---------------------|-------------|
| A) ALMACIGO (180 m²) | | | | |
| - Limpieza de terreno | Jornal | 1 | 35 | 35 |
| - Aradura | Hora/máq | 1 1/2 | 100 | 150 |
| - Gradeo y Nivelación | Hora/máq | 1 1/2 | 70 | 105 |
| - Bordeadura | Jornal | 1 | 35 | 35 |
| - Nivelación y Planchado | Jornal | 1 | 35 | 35 |
| - Siembra | Jornal | 2 | 35 | 70 |
| - Abonamiento | Jornal | 1 | 35 | 35 |
| - Riegos | Jornal | 1 | 35 | 35 |
| - Insumos: | | | | |
| + Semilla | kg | 60 | 3 | 180 |
| + Urea | kg | 10 | 1.2 | 12 |
| + Saturn 5% G | kg | 1.5 | 4.12 | 6.18 |
| + Confidor 70 WG | gr | 100 | 0.5 | 50 |
| + Mancozil | kg | 0.25 | 30 | 7.5 |
| + Sulfodin 80% WG | kg | 1 | 20 | 20 |
| + Sulfato de amonio | kg | 3 | 0.78 | 2.34 |
| B) CAMPO DEFINITIVO | | | | |
| - Limpieza del terreno | Jornal | 5 | 35 | 175 |
| - Aradura | Hora/máq | 1 1/2 | 150 | 225 |
| - Gradeo y nivelación | Hora/máq | 1 1/2 | 140 | 210 |
| - Bordeadura | Jornal | 5 | 35 | 175 |
| - Confección de canales | Jornal | 5 | 35 | 175 |
| - Machaco | Jornal | 1 | 35 | 35 |
| - Fanguero, planchado y recorte | Jornal | 10 | 35 | 350 |
| - Trasplante | Jornal | 10 | 35 | 350 |
| - Riegos | Jornal | 6 | 35 | 210 |
| - Aplicación de herbicidas | Jornal | 3 | 35 | 105 |
| - Abonamiento | Jornal | 10 | 35 | 350 |
| - Pajarero | Jornal | 10 | 35 | 350 |
| - Insumos: | | | | |
| + Urea | kg | 650 | 1.2 | 780 |
| + Sulpomag | kg | 100 | 1.9 | 190 |
| + Herbadox | lt | 3 | 43 | 129 |
| + Fosfato di amónico | kg | 100 | 1.7 | 170 |
| + Sulfato de amonio | kg | 500 | 0.78 | 390 |
| + Ectran | ml | 100 | 0.5 | 50 |

| | | | | |
|------------------------|--------|-------|-------|-----------------|
| + Belgran | gr | 100 | 0.5 | 50 |
| + Danitol 30 EC | lt | 0.15 | 265 | 39.75 |
| + Imidacrop Plus 700WP | kg | 0.1 | 80 | 8 |
| + Phyton 27 | lt | 0.25 | 245 | 61.25 |
| + Selecron 500 EC | lt | 0.2 | 120 | 24 |
| + Kasumin | lt | 1 | 68 | 68 |
| + Antracol | kg | 1 | 40 | 40 |
| + Break Thru | lt | 0.05 | 110 | 5.5 |
| - Cosecha | | | | |
| + Mecanizada | ha | 1 | 400 | 400 |
| - Guardiania y Carguio | Jornal | 1 | 35 | 35 |
| C) AGUA | m3 | 11685 | 0.026 | 303.81 |
| | | | | 6,232.33 |

Anexo 17. Delimitación del terreno



Anexo 18. Operario realizando la “siega”



Anexo 19. Uso del aro y embudo para delimitación del área



Anexo 20. Colocación de gavillas sobre mantas para secado



Anexo 21. Evaluación de pérdidas en “cola” empleando bolsa de tocuyo.



Anexo 22. Descarga de tolva para el llenado de sacos



Anexo 23. Sacos rotulados



Anexo 24. Acción de Azote sobre mantas



Anexo 25. Pesado de sacos rotulados



Anexo 26. Plano de ubicación